

COMUNE DI CHIANCIANO: INDIVIDUAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI E ATTRIBUZIONE DEL LIVELLO DI PERICOLOSITA' IDRAULICA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLA REVISIONE DI STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO

Risposte a richieste dalla Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile - Settore Genio Civile del Valdarno Superiore - Sede di Arezzo - Controllo del deposito 3451-2015

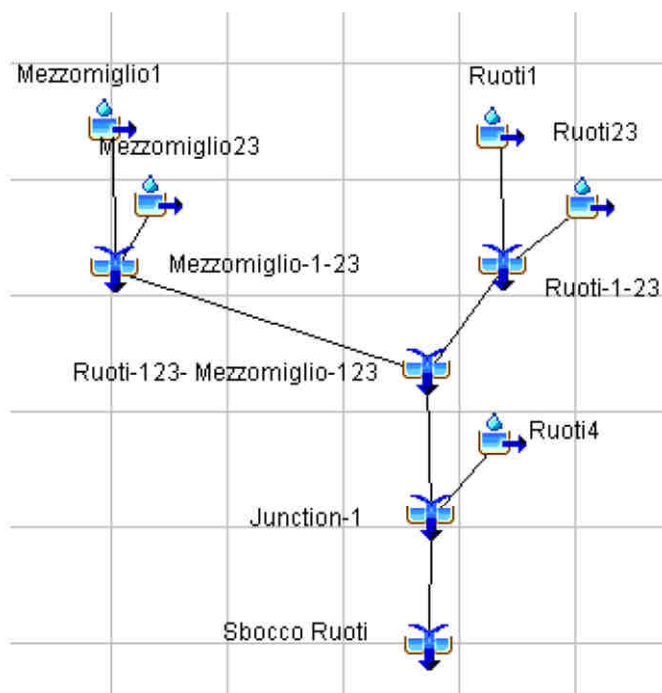
BACINI DEL FOSSO RUOTI E DEL FOSSO FORESTA; INTEGRAZIONI VOLONTARIE DI FEB 2017

**SOMMARIO**

<b>1</b>	<b>Obiettivo dell'integrazione: validazione deflusso bacino Ruoti (e sottobacini)</b> .....	<b>3</b>
1.1	Calcolo alternativo afflussi deflussi del Fosso RUOTI .....	4
<b>2</b>	<b>Curva afflussi deflussi del bacino RUOTI simulato hec-hms 4.1</b> .....	<b>7</b>
2.1	Il bacino e i suoi sottobacini.....	8
2.2	sottobacino Ruoti1 .....	9
	sottobacino Ruoti23.....	10
2.3	Sottobacino Mezzomiglio1 .....	11
2.4	Sottobacino Mezzomiglio23 .....	12
2.5	Sottobacino Ruoti4.....	13
2.6	Modello Meteorologico.....	14
2.7	HEC-HMS: Modello Meteorologico.....	17
2.8	HEC-HMS: Control Specifications: definizione della finestra temporale in cui si vuole la risposta in termini di portata effluente dal bacino, e del passo temporale della risposta.....	19
2.9	HEC-HMS: Dati pluviometrici (ietogrammi).....	20
2.10	HEC-HMS: simulazione .....	23

2.11	HEC-HMS: Risultato della simulazione .....	24
2.11.1	In conclusione:.....	28
<b>3</b>	<b>Curva afflussi deflussi del bacino FORESTA simulato hec-hms 4.1 .....</b>	<b>29</b>
3.1	Il bacino e i suoi sottobacini.....	29
	Figura 1 : Bacino Fosso Foresta di circa 0.22 km <sup>2</sup> con sezione di chiusura presso l'Hotel Posta.....	29
	Figura 2 : Permeabilità di monte del Bacino Fosso Foresta(nota ). Il bacino di monte ha permeabilità elevata,. Da tabelle di riferimento, si attribuisce CN=55 .....	30
	Figura 3 : Permeabilità di valle del Bacino Fosso Foresta (nota ). Il bacino di valle ha permeabilità media. Da tabelle di riferimento, si attribuisce CN=70 .....	30
3.2	Sottobacino FORESTA VALLE.....	35
3.3	Sottobacino FORESTA MONTE .....	38
3.4	HEC-HMS: Control Specifications: definizione della finestra temporale in cui si vuole la risposta in termini di portata effluente dal bacino, e del passo temporale della risposta .....	41
3.5	HEC-HMS: Dati pluviometrici (ietogrammi).....	42
3.6	HEC-HMS: Risultato della simulazione .....	46
3.6.1	In conclusione:.....	50
<b>4</b>	<b>APPENDICE: Richiami sulla trasformazione afflussi-deflussi e l'idrogramma unitario adimensionale del Soil Conservation Service.....</b>	<b>51</b>
	Figura 4 : <i>Rainfall</i> e <i>Runoff</i> : pioggia (afflusso) e deflusso superficiale.....	51
	Figura 5 : <i>DUH (idrogramma unitario adimensionalizzato)</i> Risposta in portata defluente, di un bacino sul quale al tempo 0 cada per una piccola durata una pioggia netta (cioè che divenga tutta runoff) unitaria costante sulla piccola durata e uniforme su tutto il bacino. ....	51
4.1.1	Operativamente .....	53

## 1 Obiettivo dell'integrazione: validazione deflusso bacino Ruoti (e sottobacini)



Scopo di queste pagine è riconsiderare il bacino del Fosso Ruoti: per questo si sono già valutate le portate di picco per piogge di vari tempi di ritorno (aggiornate con le LSP 2012) avvalendosi del software *Win TR55*.

Adesso si intende eseguire una calcolazione di controllo per trovare l'evoluzione della portata allo sbocco nell'arco di 24 ore in conseguenza di una precipitazione  $T_R = 500$  anni che cada secondo uno *Ietogramma Incrementale* manualmente costruito (in maniera "ragionevole": "*Ietogramma Incrementale tipo Chicago*") in base all'altezza totale di pioggia caduta nella durata  $D_i = T_c$  del bacino.

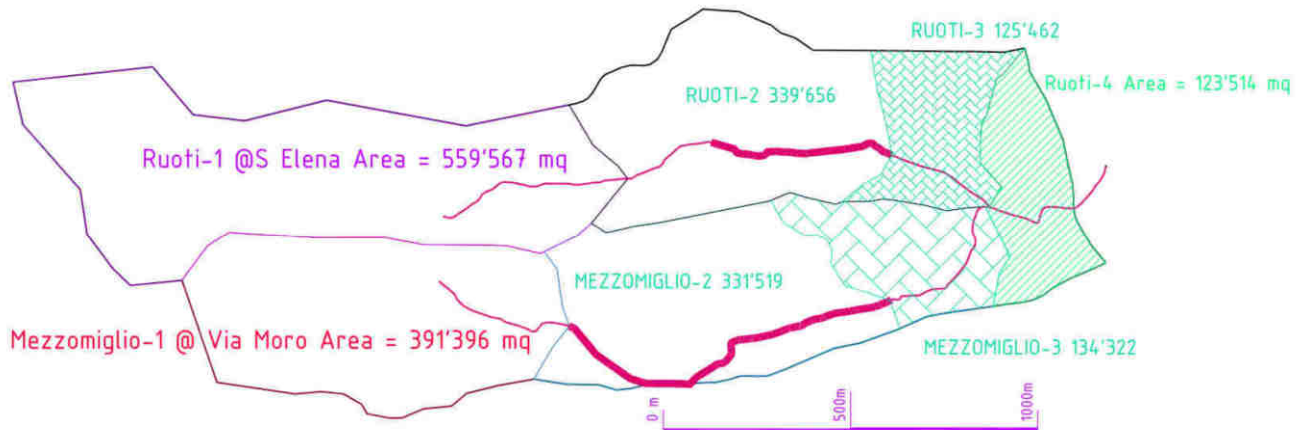
Per la trasformazione di *pioggia caduta* (*rainfall*) in *pioggia efficace* (*excess rainfall*), si fa ancora riferimento al *CN* (*Curve Number Method del SCS*).

## 1.1 ..... CALCOLO ALTERNATIVO AFFLUSSI DEFLUSSI DEL FOSSO RUOTI

Si ricordi che nel metodo *CN* (*Curve Number Method del SCS*), il significato del parametro al *CN* è:

$$\begin{cases} \text{Completa infiltrazione della pioggia caduta} \Rightarrow CN = 0 \\ \text{Completo ruscellamento (runoff) della pioggia caduta} \Rightarrow CN = 100 \end{cases}$$

Si ricordi altresì che il bacino Ruoti è connotato dalle seguenti caratteristiche numeriche:



Calcolo: G:\HEC\DOC\SCS CN - DEFLUSSI MEZZOMIGLIO RUOTI LSP2012.xls  
WinTR-55 Current Data Description

--- Identification Data ---

User: IngSvetoni Date: 22/02/2016  
Project: Mezzomiglio e Ruoti Units: Metric  
SubTitle: Mezzomiglio 1-2-3 Ruoti 1-2-3 Ruoti 4 Areal Units: Square Kilometers  
Region: Italy  
Locale: Chianciano  
Filename: C:\Users\Isidoro\AppData\Roaming\WinTR-55\MEZZOMIGLIO+RUOTI LSP2012\Mezzomiglio 1-2-3 Ruoti 1-2-3 - Ruoti 4 - Portate con WinTR55 LSP2012.w55

--- Sub-Area Data ---

Name	Description	Reach	Area(km <sup>2</sup> )	RCN	Tc
Mezzom 1	0.39 km <sup>2</sup>	Mezzom 1	0.39	73	.333
Ruoti 1	0.56 km <sup>2</sup>	Ruoti 1	0.56	65	.204
Ruoti 2-3	0.47 km <sup>2</sup>	Ruoti 2-3	0.47	77	.168
Mezzom 2-3	0.47 km <sup>2</sup>	Mezzom 2-3	0.47	61	.149
Ruoti 4	0.12 km <sup>2</sup>	Ruoti 4	0.12	78	.217

Total area: 2.01 (km<sup>2</sup>)

**OBIETTIVO DELL'INTEGRAZIONE:** *validare la calcolo attraverso un calcolo alternativo.*

Per questo si impiega un software di ampia diffusione come *HEC – HMS 4.1* (Hydrology Modelling System dell'Hydrologic Engineering Centre dello U.S. Army Corps of Engineers).

Con questo si può facilmente sviluppare il calcolo della curva di deflusso di ciascun sottobacino componente il *Ruoti* facendo riferimento al particolare evento di pioggia.

Si considera pertanto un evento  $T_R = 500 \text{ anni}$  di pioggia di durata di  $D_t = T_c$ .

Per la trasformazione afflussi-deflussi si impiegano idrogrammi unitari adimensionalizzati con i

*PeakRateFactor (PRF)* che la letteratura reputa adeguati per i sottobacini che compongono il Ruoti.

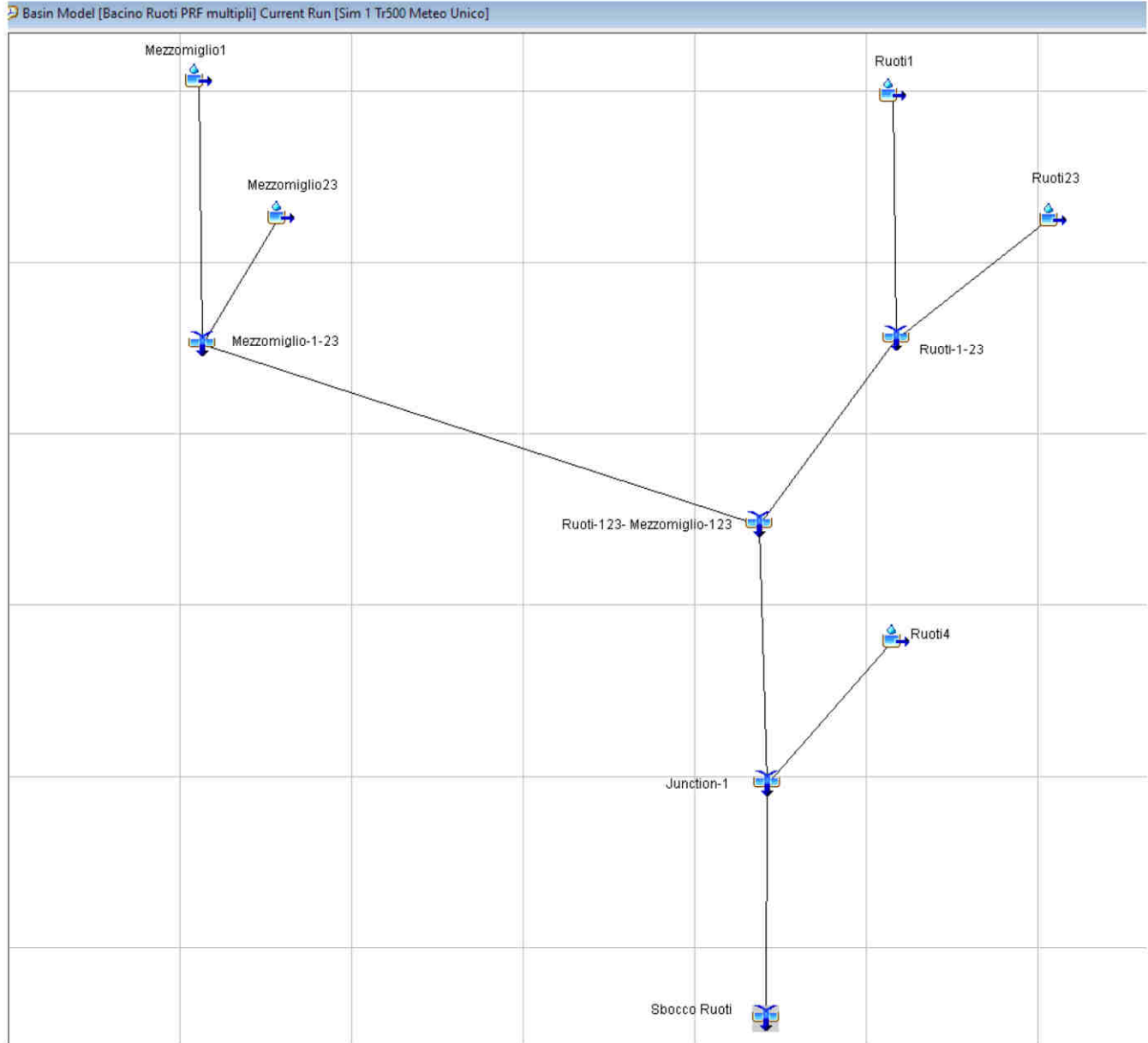
#### Peaking Factor

The "peaking factor" essentially controls the volume of water on the rising and recession limbs. The default value is 484 as illustrated in the original derivation and Equation 6. This is; however, a user option in UHG when using the SCS method. Table 2 provides some guidance for the selection of this parameter.

Table 2 - Hydrograph peaking factors and recession limb ratios (Wanielista, et al. 1997)

General Description	Peaking Factor	Limb Ratio (Recession to Rising)
Urban areas; steep slopes	575	1.25
Typical SCS	484	1.67
Mixed urban/rural	400	2.25
Rural, rolling hills	300	3.33
Rural, slight slopes	200	5.5
Rural, very flat	100	12.0

A favore di sicurezza, imponiamo nella simulazione l'assenza di *Initial Abstraction* ( $I_a = 0$ ) (o prossima a 0mm). Schematizziamo il bacino come 5 sottobacini collegati da tratti fittizi di lunghezza nulla (l'estensione dei rami è già contenuta al loro interno e considerata nel calcolo dei tempi di corrivazione).



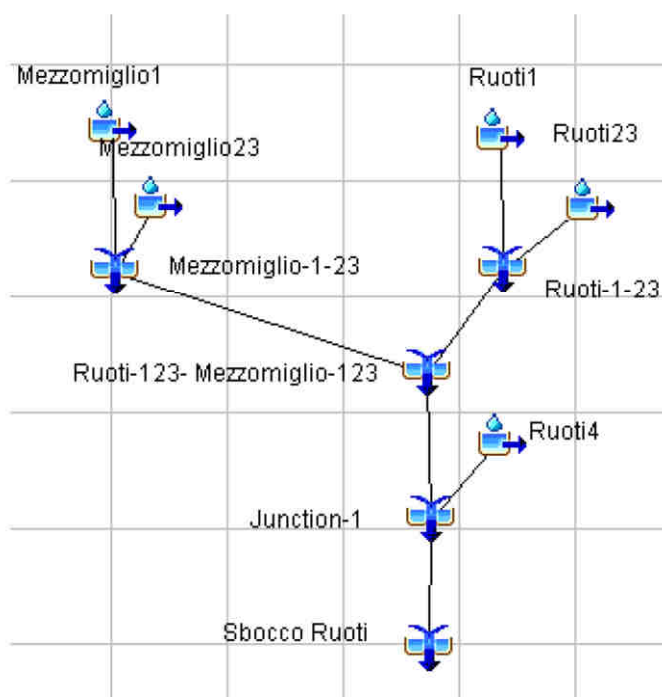
## 2 Curva afflussi deflussi del bacino RUOTI simulato hec-hms 4.1

Bacino del fosso Ruoti 2.01 km<sup>2</sup> articolato in:

(Ruoti1+Ruoti23) +

+ (Mezzomiglio1+Mezzomiglio23)+

+Ruoti4 = Ruoti



**Si vuole la risposta di bacino (portata defluente) durante 24 ore in seguito ad un evento meteorologico (pioggia).**

**L'evento meteorologico (pioggia) è costituito da un unico ietogramma Chicago costruito in base ai valori locali della LSPP 2012 della Regione Toscana (E. CAPORALI).**

**L'evento meteorologico (pioggia) ha Tr=500anni.**

**L'evento meteorologico (pioggia) che si considera ha durata pari al maggiore dei tempi di corrivazione del bacino e dei sottobacini così tutti i bacini contribuiscono con le loro massime portate. La parte a coprire i tempi restanti del 24 ore è caratterizzata da incrementi di pioggia efficace incrementale nulla.**

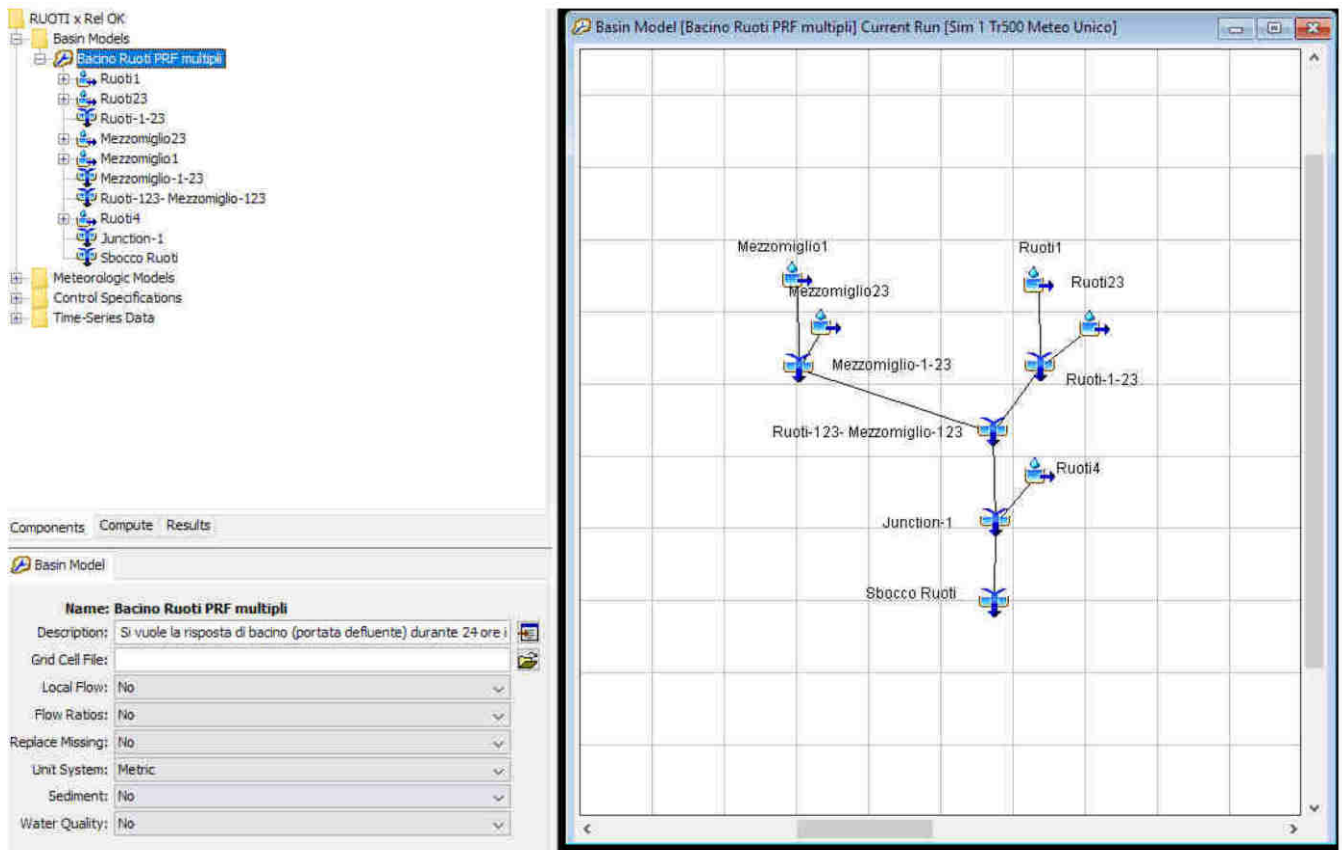
Per ciascun sottobacino si considerano le perdite basate sullo *SCS Curve Number*

Per ciascun sottobacino si considera una trasformazione afflussi-deflussi basata sullo *SCS Unit Hydrograph*

Al *SCS Unit Hydrograph* di ogni sottobacino si assegna un appropriato *PRF (Peak Rate Factor)*

Ad ogni sottobacino si assegna un *Lag Time*  $L = 0.6 \cdot T_c$

## 2.1 Il bacino e i suoi sottobacini





## 2.2 SOTTOBACINO RUOTI1

Subbasin Loss Transform Options

**Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli**  
**Element Name: Ruoti1**

Description:

Downstream: Ruoti-1-23

\*Area (KM2) 0.56

Latitude Degrees:

Latitude Minutes:

Latitude Seconds:

Longitude Degrees:

Longitude Minutes:

Longitude Seconds:

Canopy Method: --None--

Surface Method: --None--

Loss Method: SCS Curve Number

Transform Method: SCS Unit Hydrograph

Baseflow Method: --None--

Subbasin Loss Transform Options

**Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli**  
**Element Name: Ruoti1**

Initial Abstraction (MM) 5

\*Curve Number: 65

\*Impervious (%) 0.0

Subbasin Loss Transform Options

**Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli**  
**Element Name: Ruoti1**

Graph Type: Peak Rate Factor 600

\*Lag Time (MIN) 12

## SOTTOBACINO RUOTI23

Subbasin		Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>				
<b>Element Name: Ruoti23</b>				
Description:				
Downstream:	Ruoti-1-23			
*Area (KM2)	0.47			
Latitude Degrees:				
Latitude Minutes:				
Latitude Seconds:				
Longitude Degrees:				
Longitude Minutes:				
Longitude Seconds:				
Canopy Method:	--None--			
Surface Method:	--None--			
Loss Method:	SCS Curve Number			
Transform Method:	SCS Unit Hydrograph			
Baseflow Method:	--None--			

Subbasin		Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>				
<b>Element Name: Ruoti23</b>				
Initial Abstraction (MM)	0			
*Curve Number:	77			
*Impervious (%)	50			

Subbasin		Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>				
<b>Element Name: Ruoti23</b>				
Graph Type:	Peak Rate Factor 400			
*Lag Time (MIN)	10			

## 2.3 SOTTOBACINO MEZZOMIGLIO1

Subbasin		Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>				
<b>Element Name: Mezzomiglio1</b>				
Description:				
Downstream:	Mezzomiglio-1-23			
*Area (KM2)	0.39			
Latitude Degrees:				
Latitude Minutes:				
Latitude Seconds:				
Longitude Degrees:				
Longitude Minutes:				
Longitude Seconds:				
Canopy Method:	--None--			
Surface Method:	--None--			
Loss Method:	SCS Curve Number			
Transform Method:	SCS Unit Hydrograph			
Baseflow Method:	--None--			

Subbasin		Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>				
<b>Element Name: Mezzomiglio1</b>				
Initial Abstraction (MM)	5			
*Curve Number:	73			
*Impervious (%)	0.0			

Subbasin		Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>				
<b>Element Name: Mezzomiglio1</b>				
Graph Type:	Peak Rate Factor 600			
*Lag Time (MIN)	20			

## 2.4 SOTTOBACINO MEZZOMIGLIO23

Subbasin	Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>			
<b>Element Name: Mezzomiglio23</b>			
Description:			
Downstream:	Mezzomiglio-1-23		
*Area (KM2)	0.47		
Latitude Degrees:			
Latitude Minutes:			
Latitude Seconds:			
Longitude Degrees:			
Longitude Minutes:			
Longitude Seconds:			
Canopy Method:	--None--		
Surface Method:	--None--		
Loss Method:	SCS Curve Number		
Transform Method:	SCS Unit Hydrograph		
Baseflow Method:	--None--		

Subbasin	Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>			
<b>Element Name: Mezzomiglio23</b>			
Initial Abstraction (MM)	0		
*Curve Number:	61		
*Impervious (%)	60		

Subbasin	Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>			
<b>Element Name: Mezzomiglio23</b>			
Graph Type:	Peak Rate Factor 400		
*Lag Time (MIN)	9		

## 2.5 SOTTOBACINO RUOTI4

Subbasin	Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>			
<b>Element Name: Ruoti4</b>			
Description:			
Downstream:	Junction-1		
*Area (KM2)	0.12		
Latitude Degrees:			
Latitude Minutes:			
Latitude Seconds:			
Longitude Degrees:			
Longitude Minutes:			
Longitude Seconds:			
Canopy Method:	--None--		
Surface Method:	--None--		
Loss Method:	SCS Curve Number		
Transform Method:	SCS Unit Hydrograph		
Baseflow Method:	--None--		

Subbasin	Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>			
<b>Element Name: Ruoti4</b>			
Initial Abstraction (MM)	0		
*Curve Number:	78		
*Impervious (%)	10		

Subbasin	Loss	Transform	Options
<b>Basin Name: Bacino Ruoti PRF multipli</b>			
<b>Element Name: Ruoti4</b>			
Graph Type:	Peak Rate Factor 200		
*Lag Time (MIN)	13		

## 2.6 MODELLO METEOROLOGICO

Il modello meteorologico attribuito al bacino e ai sottobacini è unico: un unico evento (pioggia) ripetuto per tutti e 5 i sottobacini e descritto attraverso uno ietogramma incrementale tipo Chicago. Lo ietogramma è costruito con una pioggia desunta dalle LSPP 2012 della Regione Toscana e per un  $Tr=500$ .

### Quale durata di pioggia?

L'evento meteorologico (pioggia) che si considera ha durata pari al maggiore dei tempi di corrivazione del bacino e dei sottobacini così tutti i bacini contribuiscono con le loro massime portate e il calcolo è cautelativo.

Quindi la durata della pioggia, nel caso specifico, è:

$$D = 42\text{min}$$

Ma lo ietogramma che si disegna copre comunque l'intervallo temporale che si vuole esaminare (24 ore): basta attribuire valori praticamente nulli ai tempi successivi ai  $D=42$  minuti.

Si costruisce lo ietogramma incrementale della pioggia uniformemente caduta su ciascuno dei sottobacini.

h = a + D^n ; h mm, D in ore; TCEV CAPORALI 2012										
	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)
	2	5	10	20	30	50	100	150	200	500
a:	21.57	30.4	36.806	43.139	46.829	51.6	58.264	62.246	65.136	74.8400000
n:	0.20631	0.19972	0.20796	0.23154	0.24953	0.27148	0.29539	0.30658	0.31298	0.3268700
m:	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

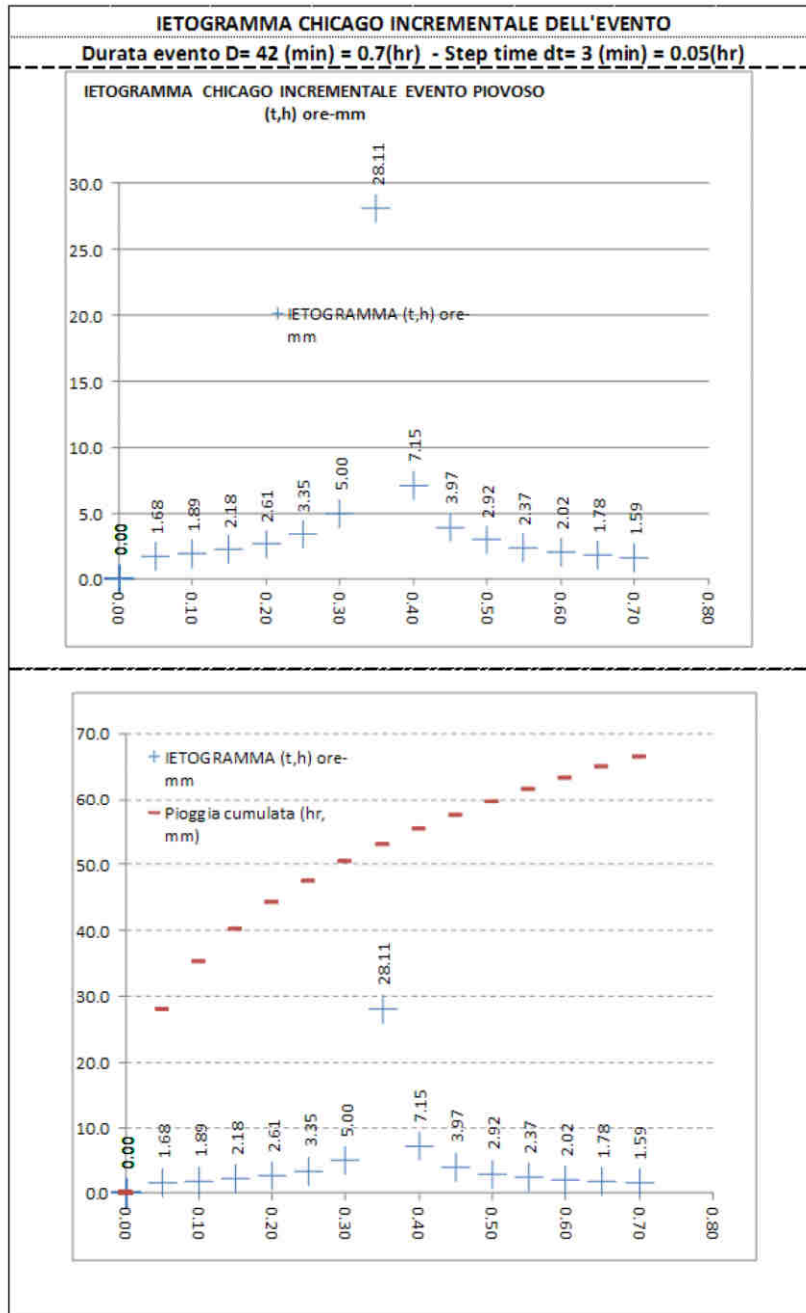
  

Valori tratti da <a href="http://www.sir.toscana.it/lssp-2012">http://www.sir.toscana.it/lssp-2012</a> (LSP2 secondo TCEV Enrica CAPORALI - Uni FI - 2012)	
Tr = 2 anni:	21.57 [mm] altezza di pioggia (a = 21.57000, n = 0.20631)
5	30.4 [mm] altezza di pioggia (a = 30.40000, n = 0.19972)
10	36.81 [mm] altezza di pioggia (a = 36.80900, n = 0.20796)
20	43.14 [mm] altezza di pioggia (a = 43.13900, n = 0.23154)
30	46.83 [mm] altezza di pioggia (a = 46.82900, n = 0.24953)
50	51.60 [mm] altezza di pioggia (a = 51.60000, n = 0.27148)
100	58.26 [mm] altezza di pioggia (a = 58.26400, n = 0.29539)
150	62.25 [mm] altezza di pioggia (a = 62.24600, n = 0.30658)
200	65.14 [mm] altezza di pioggia (a = 65.13600, n = 0.31298)
500	74.84 [mm] altezza di pioggia (a = 74.84000, n = 0.32687)

Questo il risultato tabellare

h(D, Tr) (mm) con la TCEV							Tr (anni)		D (mm)		D (hr)		h(D, Tr) (mm)		Tr (anni)		D (mm)		D (hr)		h (mm)			
							anni	3.0000	Durata (min)	Durata (hr)														
TCEV CAPORALI 2012. T<3h a:							500	0	0.000	0.000	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0000		0.000	
TCEV CAPORALI 2012. T<3h n:							500	1	9.000	0.050	28.1		28.1		28.1		28.1		28.1		0.0500		1.679	
TCEV CAPORALI 2012. T<3h m:							500	2	9.000	0.100	35.3		35.3		35.3		35.3		35.3		0.1000		1.888	
TCEV CAPORALI 2012. 1s T<24h a:							500	3	9.000	0.150	40.3		40.3		40.3		40.3		40.3		0.1500		2.177	
TCEV CAPORALI 2012. 1s T<24h n:							500	4	12.000	0.200	44.2		44.2		44.2		44.2		44.2		0.2000		2.609	
TCEV CAPORALI 2012. 1s T<24h m:							500	5	15.000	0.250	47.6		47.6		47.6		47.6		47.6		0.2500		3.348	
h(24h 50anni) =							500	6	18.000	0.300	50.5		50.5		50.5		50.5		50.5		0.3000		4.997	
							500	7	21.000	0.350	53.1		53.1		53.1		53.1		53.1		0.3500		28.110	
							500	8	24.000	0.400	55.5		55.5		55.5		55.5		55.5		0.4000		7.148	
Usualmente D=133 DURATA=5.59 min							500	9	27.000	0.450	57.6		57.6		57.6		57.6		57.6		0.4500		3.969	
Durata evento D=42 (min)=0.7(hr)							500	10	30.000	0.500	59.7		59.7		59.7		59.7		59.7		0.5000		2.921	
Num step							500	11	33.000	0.550	61.6		61.6		61.6		61.6		61.6		0.5500		2.609	
Step time dt=5 (min)=0.05(hr)							500	12	36.000	0.600	63.3		63.3		63.3		63.3		63.3		0.6000		2.000	
h quasi zero (mm)							500	13	39.000	0.650	65.0		65.0		65.0		65.0		65.0		0.6500		1.776	
RUOTI, lot							500	14	42.000	0.700	66.6		66.6		66.6		66.6		66.6		0.7000		1.594	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		FALSO		0.001	
							500	FALSO	FALSO															

E questi i diagrammi: dello ietogramma incrementale e della pioggia cumulata.





## 2.7 HEC-HMS: MODELLO METEOROLOGICO.

The screenshot shows the HEC-HMS software interface. At the top, there is a tree view with 'Meteorologic Models' expanded, showing 'Modello Meteo Unico' and 'Specified Hyetograph'. Below this are tabs for 'Components', 'Compute', and 'Results'. The main window is titled 'Meteorology Model' with sub-tabs for 'Basins' and 'Options'. The 'Options' tab is active, showing the following configuration:

- Met Name:** Modello Meteo Unico
- Description:** Si vuole la risposta di bacino (portata defluente) durante 24 or
- Shortwave:** --None--
- Longwave:** --None--
- Precipitation:** Specified Hyetograph
- Evapotranspiration:** --None--
- Snowmelt:** --None--
- Unit System:** Metric
- Replace Missing:** Abort Compute

Below the configuration window, a dialog box titled 'Meteorologic Model Description [Modello Meteo Unico]' is open, displaying the following text:

Description

Si vuole la risposta di bacino (portata defluente) durante 24 ore in seguito ad un evento meteorologico (pioggia). L'evento meteorologico (pioggia) è costituito da un unico ietogramma Chicago costruito in base ai valori locali della LSPP 2012 della Regione Toscana (E. CAPORALI). L'evento meteorologico (pioggia) ha  $Tr=500$ anni. L'evento meteorologico (pioggia) che si considera ha durata pari al maggiore dei tempi di corrivazione del bacino e dei sottobacini così tutti i bacini contribuiscono con le loro massime portate. La parte a coprire i tempi restanti del 24 ore è caratterizzata da incrementi di pioggia efficace incrementale nulla.

At the bottom of the dialog box are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Meteorologic Models

- Modello Meteo Unico
- Specified Hyetograph

Components

Compute Results

---

Meteorology Model

Basins Options

**Met Name: Modello Meteo Unico**

Basin Model	Include Subbasins
Bacino Ruoti PRF multipli	Yes

---

Meteorologic Models

- Modello Meteo Unico
- Specified Hyetograph

Components

Compute Results

---


Specified Hyetograph

**Met Name: Modello Meteo Unico**

Subbasin Name	Gage
Mezzomiglio1	Ieto Ruoti
Mezzomiglio23	Ieto Ruoti
Ruoti1	Ieto Ruoti
Ruoti23	Ieto Ruoti
Ruoti4	Ieto Ruoti

p. 18

IBS PROGETTI srl Società di Ingegneria - Viale G. Baccelli n. 23 - 53042 Chianciano Terme (SI)  
 Tel. 0578 62 616 – 0578 61 332 Fax 0578 65 45 82 [www.ibsprogetti.it](http://www.ibsprogetti.it)



Archiviato in : C:\Users\esopo\Documents\@WORK 2016.1\IDROPERICOLO CHIANCIANO\Relazioni\REL\_IDROPERICOLO\_INTEGRAZIONI VOLONTARIE GC VALDARNO SUP - RUOTI + FORESTA - 02.2017.doc

Redatto da Jacopo Svetoni

## 2.8 HEC-HMS: CONTROL SPECIFICATIONS: DEFINIZIONE DELLA FINESTRA TEMPORALE IN CUI SI VUOLE LA RISPOSTA IN TERMINI DI PORTATA EFFLUENTE DAL BACINO, E DEL PASSO TEMPORALE DELLA RISPOSTA.

The screenshot shows the 'Control Specifications' dialog box in the HEC-HMS software. The dialog is titled 'Control Specifications' and has a 'Name' field set to 'Control x Sim 1'. Below the name, there are several input fields for defining the simulation window:

- Description:** 10 febbraio 2017
- \*Start Date (ddMMMYYYY):** 10feb2017
- \*Start Time (HH:mm):** 00:00
- \*End Date (ddMMMYYYY):** 11feb2017
- \*End Time (HH:mm):** 00:00
- Time Interval:** 3 Minutes

The dialog also features a 'Components' tab, a 'Compute' button, and a 'Results' tab. A tree view on the left shows the project structure with 'Control Specifications' selected.

## 2.9 HEC-HMS: DATI PLUVIOMETRICI (IETOGRAMMI)

The screenshot displays the HEC-HMS software interface. At the top, a tree view shows the project structure: 'Time-Series Data' > 'Precipitation Gages' > 'Ieto Ruoti' (selected). Below the tree, the 'Components' tab is active, showing the 'Time-Series Gage' configuration for 'Ieto Ruoti'. The configuration includes:

- Gage Name:** Ieto Ruoti
- Description:** Si vuole la risposta di bacino (portata defluente) durante 24 or
- Data Source:** Manual Entry
- Units:** Incremental Millimeters
- Time Interval:** 3 Minutes
- Latitude Degrees:** [Empty]
- Latitude Minutes:** [Empty]
- Latitude Seconds:** [Empty]
- Longitude Degrees:** [Empty]
- Longitude Minutes:** [Empty]
- Longitude Seconds:** [Empty]

An inset window titled 'Time-Series Gage Description [Ieto Ruoti]' is open, displaying the following text:

Description

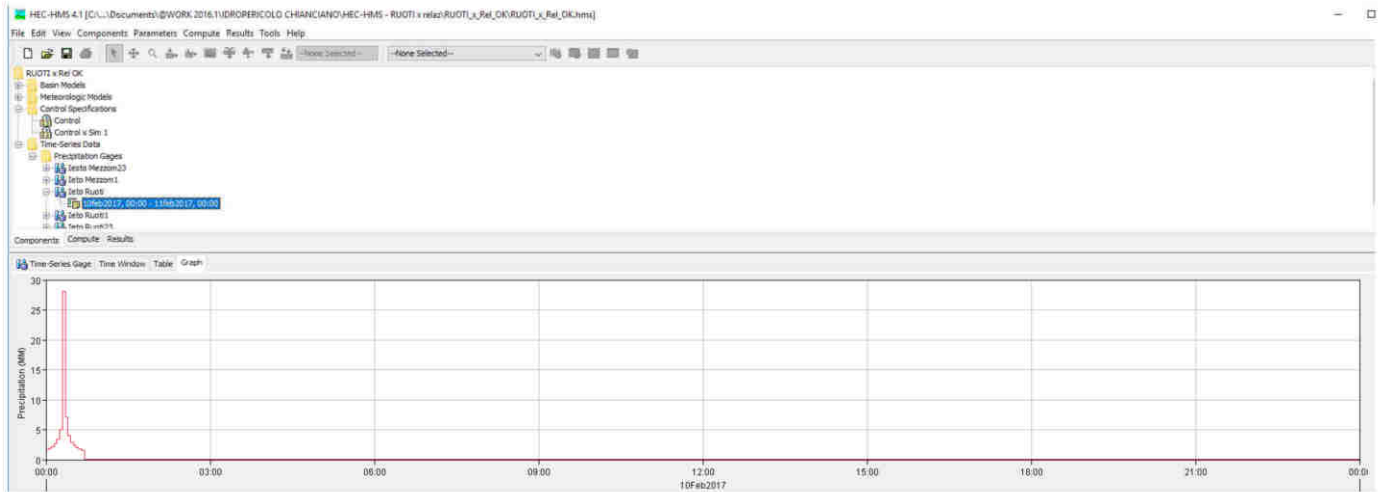
Si vuole la risposta di bacino (portata defluente) durante 24 ore in seguito ad un evento meteorologico (pioggia). L'evento meteorologico (pioggia) è costituito da un unico ietogramma Chicago costruito in base ai valori locali della LSPP 2012 della Regione Toscana (E. CAPORALI). L'evento meteorologico (pioggia) ha  $T_r=500$ anni. L'evento meteorologico (pioggia) che si considera ha durata pari al maggiore dei tempi di corrivazione del bacino e dei sottobacini così tutti i bacini contribuiscono con le loro massime portate. La parte a coprire i tempi restanti del 24 ore è caratterizzata da incrementi di pioggia efficace incrementale nulla.

Buttons for 'OK' and 'Cancel' are visible at the bottom of the inset window.

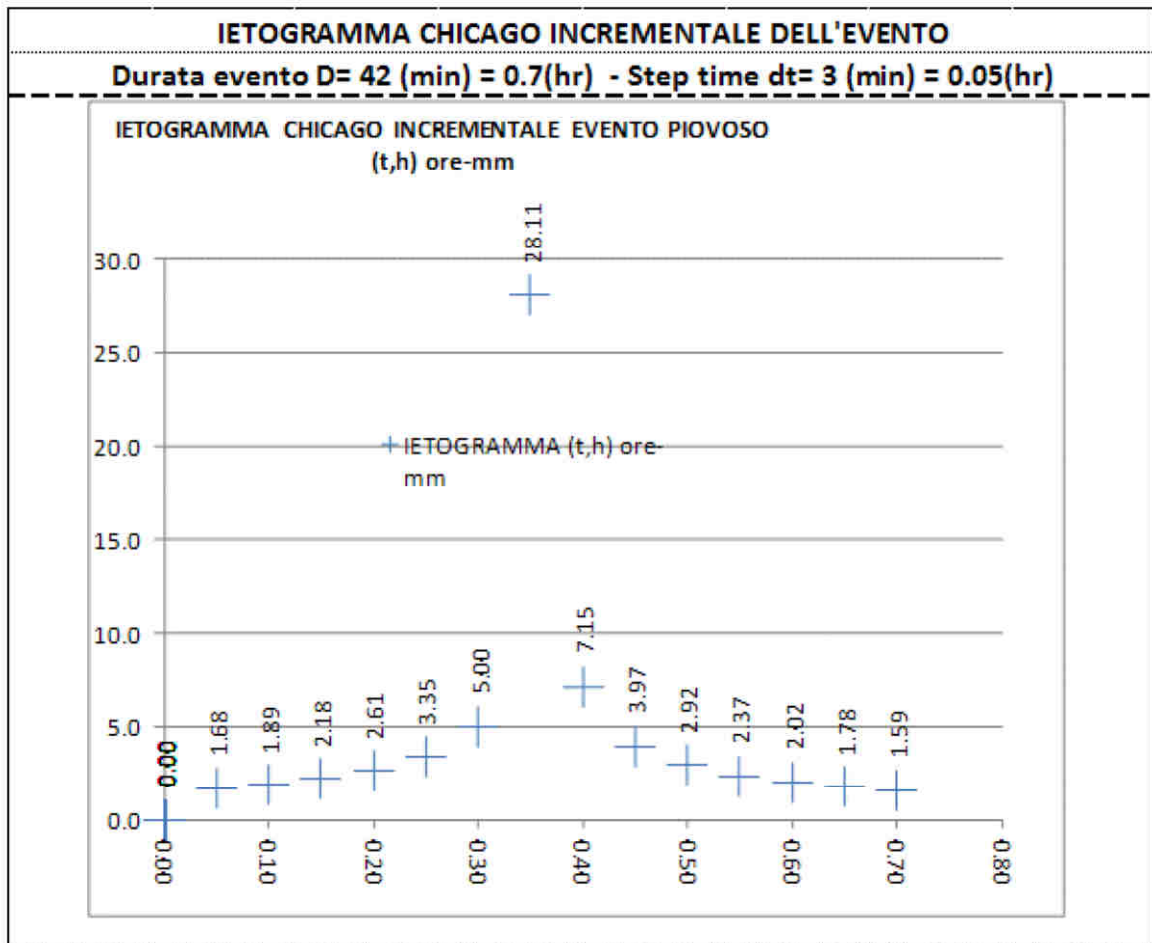
Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
10feb2017, 00:00	
10feb2017, 00:03	1.679
10feb2017, 00:06	1.888
10feb2017, 00:09	2.177
10feb2017, 00:12	2.609
10feb2017, 00:15	3.346
10feb2017, 00:18	4.997
10feb2017, 00:21	28.110
10feb2017, 00:24	7.148
10feb2017, 00:27	3.969
10feb2017, 00:30	2.921
10feb2017, 00:33	2.369
10feb2017, 00:36	2.020
10feb2017, 00:39	1.776
10feb2017, 00:42	1.594
10feb2017, 00:45	0.001
10feb2017, 00:48	0.001
10feb2017, 00:51	0.001
10feb2017, 00:54	0.001
10feb2017, 00:57	0.001
10feb2017, 01:00	0.001
10feb2017, 01:03	0.001
10feb2017, 01:06	0.001
10feb2017, 01:09	0.001
10feb2017, 01:12	0.001
10feb2017, 01:15	0.001
10feb2017, 01:18	0.001
10feb2017, 01:21	0.001
10feb2017, 01:24	0.001
10feb2017, 01:27	0.001
10feb2017, 01:30	0.001
10feb2017, 01:33	0.001
10feb2017, 01:36	0.001
10feb2017, 01:39	0.001

Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
10feb2017, 22:21	0.001
10feb2017, 22:24	0.001
10feb2017, 22:27	0.001
10feb2017, 22:30	0.001
10feb2017, 22:33	0.001
10feb2017, 22:36	0.001
10feb2017, 22:39	0.001
10feb2017, 22:42	0.001
10feb2017, 22:45	0.001
10feb2017, 22:48	0.001
10feb2017, 22:51	0.001
10feb2017, 22:54	0.001
10feb2017, 22:57	0.001
10feb2017, 23:00	0.001
10feb2017, 23:03	0.001
10feb2017, 23:06	0.001
10feb2017, 23:09	0.001
10feb2017, 23:12	0.001
10feb2017, 23:15	0.001
10feb2017, 23:18	0.001
10feb2017, 23:21	0.001
10feb2017, 23:24	0.001
10feb2017, 23:27	0.001
10feb2017, 23:30	0.001
10feb2017, 23:33	0.001
10feb2017, 23:36	0.001
10feb2017, 23:39	0.001
10feb2017, 23:42	0.001
10feb2017, 23:45	0.001
10feb2017, 23:48	0.001
10feb2017, 23:51	0.001
10feb2017, 23:54	0.001
10feb2017, 23:57	0.001
11feb2017, 00:00	0.001

La cui rappresentazione grafica è la seguente:



E come si vede riproduce lo ietogramma Chicago costituito preliminarmente:



## 2.10 HEC-HMS: SIMULAZIONE

HEC-HMS 4.1 [C:\...Documents\@WORK 2016.1\IDROPERICOLO CHIANCIANO\HEC-HMS - RUOTI x relazi\RUOTI\_x\_Rel\_OK\RUOTI\_x\_Rel\_OK.hms]

File Edit View Components Parameters Compute Results Tools Help

Run: Sim 1 Tr500 Meteo Unico

RUOTI x Rel OK

- Simulation Runs
  - Simulation n 0 - Tr 500.txy
  - Sim 1 Tr500 Meteo Unico

Components Compute Results

Simulation Run Ratio Start States Save States

**Name: Sim 1 Tr500 Meteo Unico**

Description: Basin: Bacino Ruoti PRF multipli & Met: Modello Meteo Unico

DSS File: C:\Users\esopo\Documents\@WORK 2016.1\IDROPERICOLO

Basin Model: Bacino Ruoti PRF multipli

Meteorologic Model: Modello Meteo Unico

Control Specifications: Control x Sim 1

Simulation Run Description [Sim 1 Tr500 Meteo Unico]

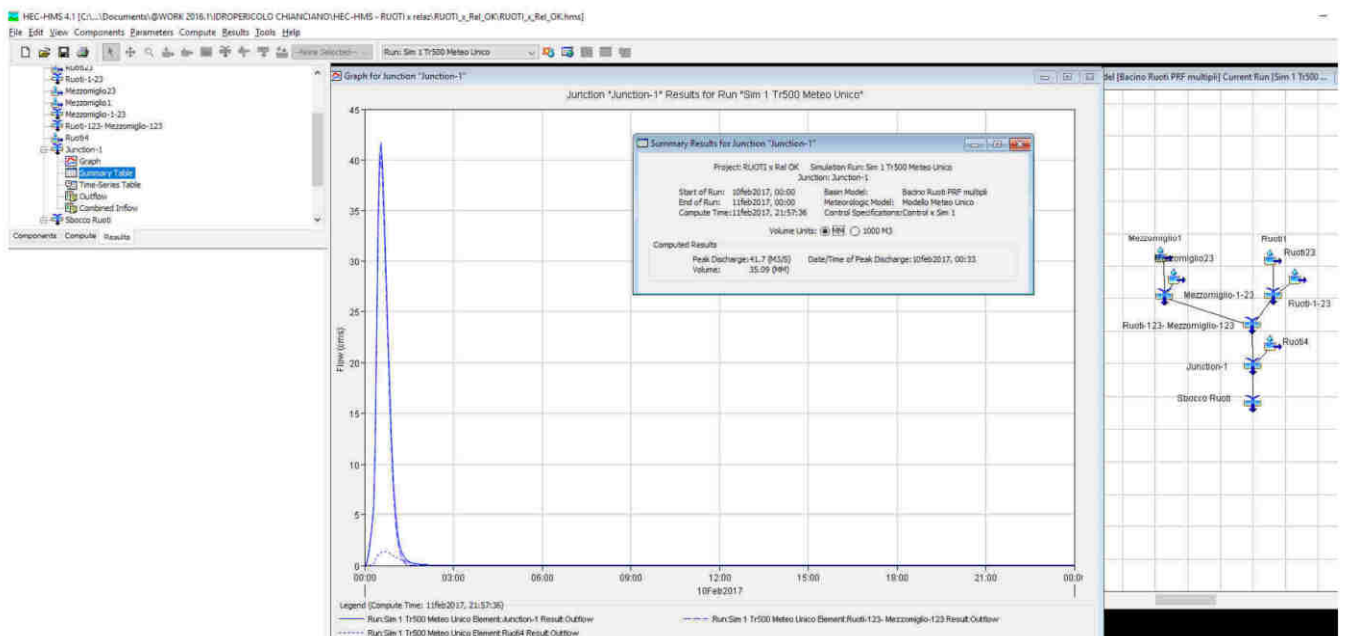
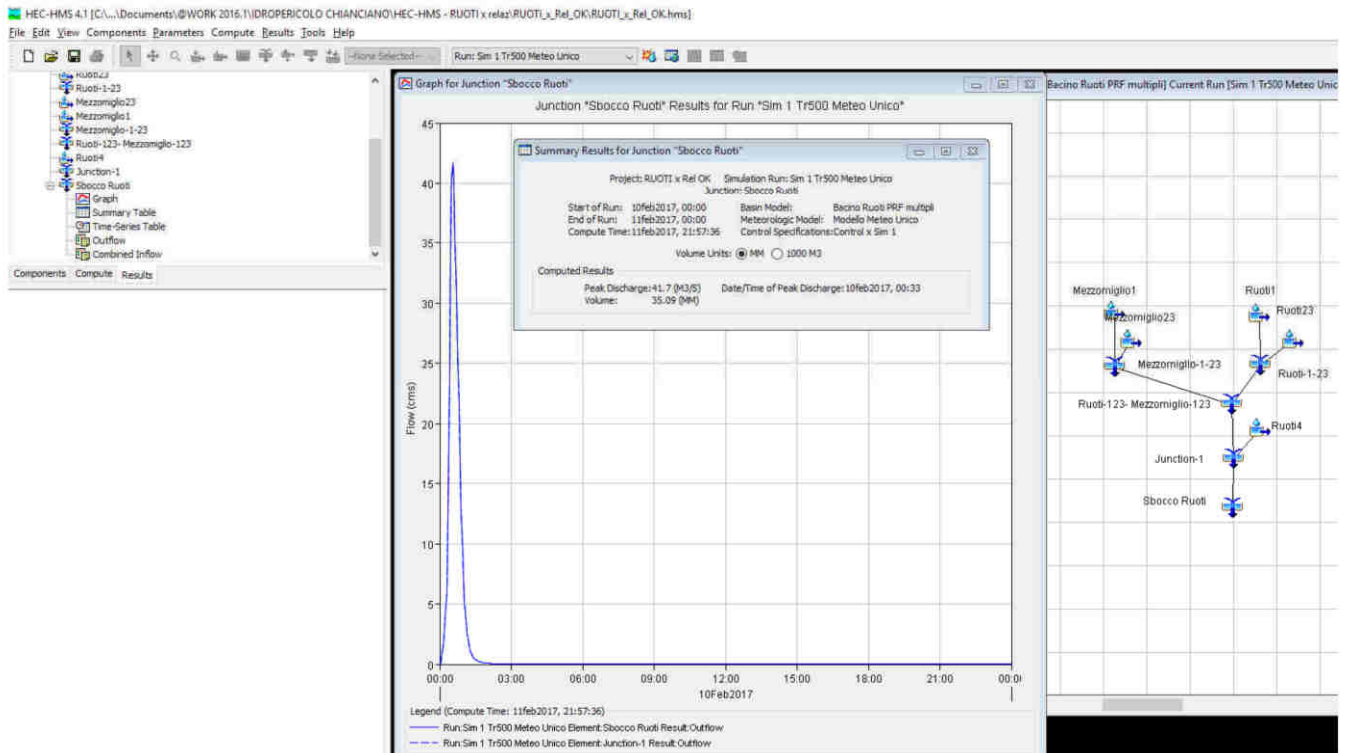
Description

Basin: Bacino Ruoti PRF multipli & Met: Modello Meteo Unico & Control: Control x Sim 1

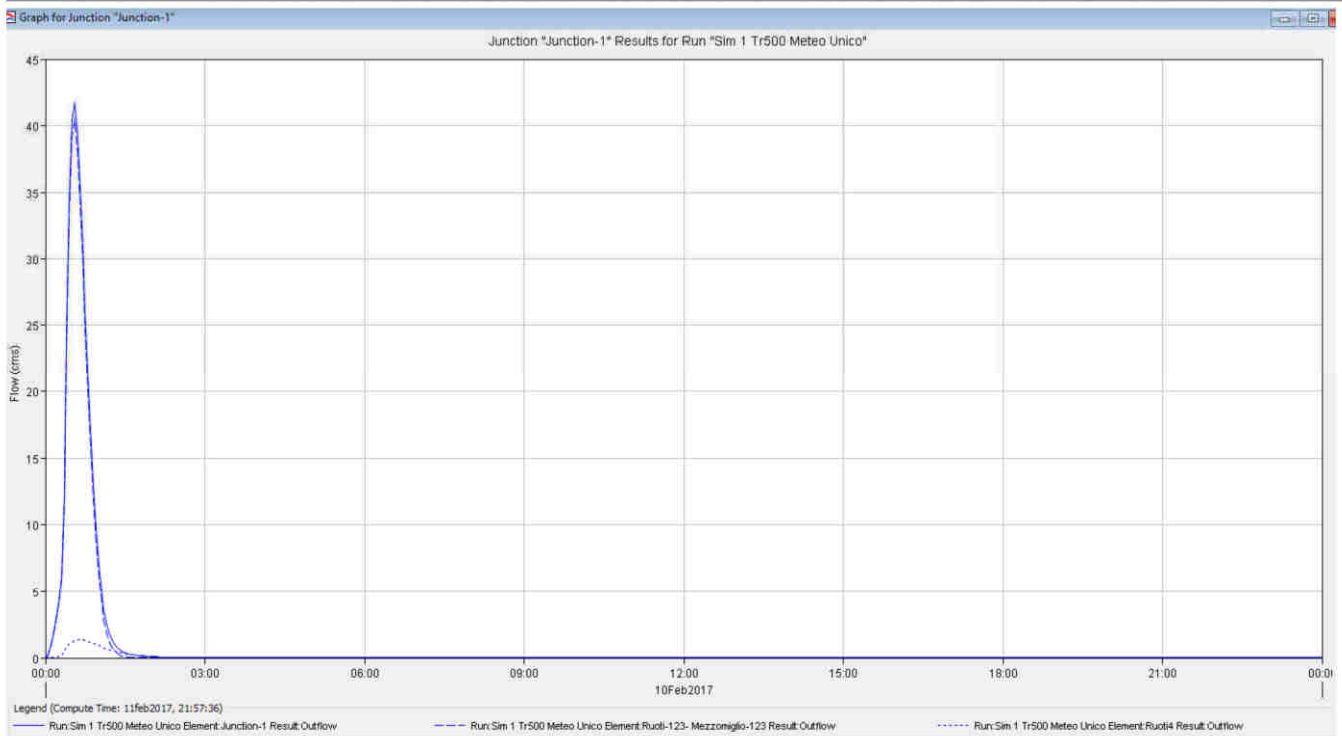
Basin Model [Bacino Ruoti PRF multipli] Current Run [Sim 1 Tr500 Meteo Unico...]

## 2.11 HEC-HMS: RISULTATO DELLA SIMULAZIONE

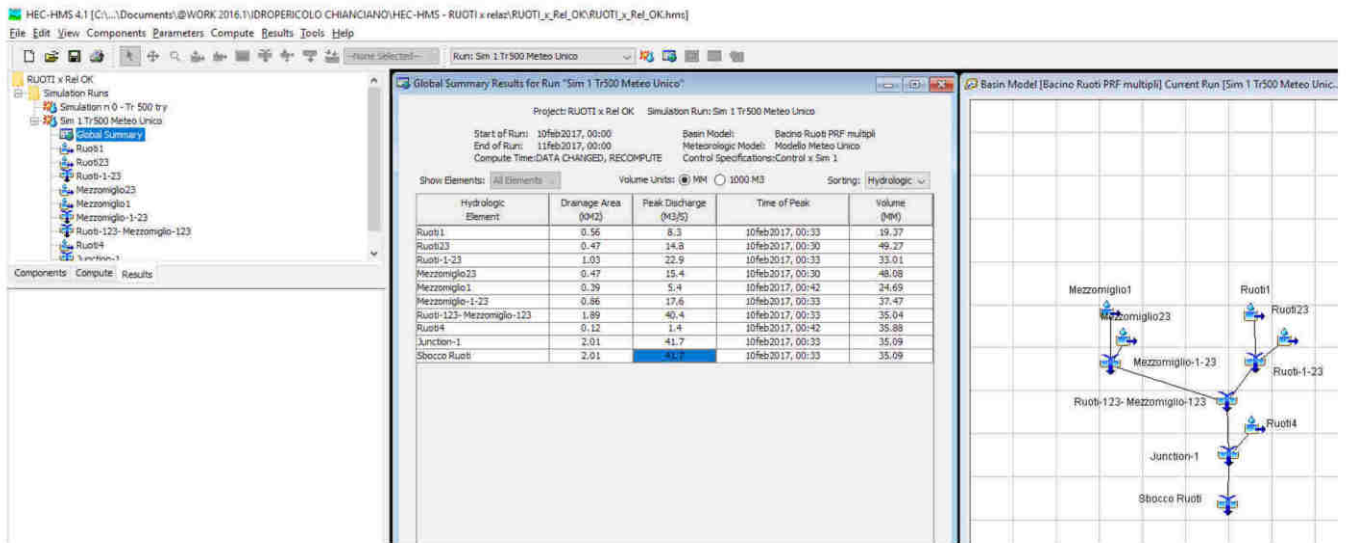
### Il risultato del calcolo (deflussi nell'arco delle 24 ore)







Ed allo sbocco, come al "Junction-1" si trova ancora:



Project: RUOTI x Rel OK Simulation Run: Sim 1 Tr500 Meteo Unico  
 Junction: Sbocco Ruoti

Start of Run: 10feb2017, 00:00 Basin Model: Bacino Ruoti PRF n  
 End of Run: 11feb2017, 00:00 Meteorologic Model: Modello Meteo Unic  
 Compute Time: 11feb2017, 21:57:36 Control Specifications: Control x Sim 1

Date	Time	Inflow from Junction-1 (M3/S)	Outflow (M3/S)
10feb2017	00:00	0.0	0.0
10feb2017	00:03	0.2	0.2
10feb2017	00:06	0.8	0.8
10feb2017	00:09	1.7	1.7
10feb2017	00:12	2.9	2.9
10feb2017	00:15	4.2	4.2
10feb2017	00:18	6.0	6.0
10feb2017	00:21	12.3	12.3
10feb2017	00:24	23.6	23.6
10feb2017	00:27	34.2	34.2
10feb2017	00:30	40.4	40.4
10feb2017	00:33	41.7	41.7
10feb2017	00:36	39.4	39.4
10feb2017	00:39	35.3	35.3
10feb2017	00:42	30.8	30.8
10feb2017	00:45	26.2	26.2
10feb2017	00:48	21.6	21.6
10feb2017	00:51	17.1	17.1
10feb2017	00:54	13.1	13.1
10feb2017	00:57	9.7	9.7
10feb2017	01:00	7.1	7.1
10feb2017	01:03	5.1	5.1
10feb2017	01:06	3.6	3.6
10feb2017	01:09	2.6	2.6
10feb2017	01:12	1.9	1.9
10feb2017	01:15	1.4	1.4

Date	Time	Inflow from Junction-1 (M3/S)	Outflow (M3/S)
10feb2017	01:18	1.0	1.0
10feb2017	01:21	0.8	0.8
10feb2017	01:24	0.6	0.6
10feb2017	01:27	0.5	0.5
10feb2017	01:30	0.4	0.4
10feb2017	01:33	0.3	0.3
10feb2017	01:36	0.3	0.3
10feb2017	01:39	0.2	0.2
10feb2017	01:42	0.2	0.2
10feb2017	01:45	0.2	0.2
10feb2017	01:48	0.2	0.2
10feb2017	01:51	0.1	0.1
10feb2017	01:54	0.1	0.1
10feb2017	01:57	0.1	0.1
10feb2017	02:00	0.1	0.1
10feb2017	02:03	0.1	0.1
10feb2017	02:06	0.1	0.1
10feb2017	02:09	0.1	0.1
10feb2017	02:12	0.1	0.1
10feb2017	02:15	0.1	0.1
10feb2017	02:18	0.0	0.0
10feb2017	02:21	0.0	0.0
10feb2017	02:24	0.0	0.0
10feb2017	02:27	0.0	0.0
10feb2017	02:30	0.0	0.0
10feb2017	02:33	0.0	0.0
10feb2017	02:36	0.0	0.0
10feb2017	02:39	0.0	0.0
10feb2017	02:42	0.0	0.0
10feb2017	02:45	0.0	0.0
10feb2017	02:48	0.0	0.0

**2.11.1 IN CONCLUSIONE:**

In conclusione al "junction" terminale del bacino si trova:

Project: RUOTI x Rel OK Simulation Run: Sim 1 Tr500 Meteo Unico

Start of Run: 10feb2017, 00:00

Basin Model:

Bacino Ruo

End of Run: 11feb2017, 00:00

Meteorologic Model:

Modello Me

Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications: Control x Si

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Ruoti1	0.56	8.3	10feb2017, 00:33	19.37
Ruoti23	0.47	14.8	10feb2017, 00:30	49.27
Ruoti-1-23	1.03	22.9	10feb2017, 00:33	33.01
Mezzomiglio23	0.47	15.4	10feb2017, 00:30	48.08
Mezzomiglio1	0.39	5.4	10feb2017, 00:42	24.69
Mezzomiglio-1-23	0.86	17.6	10feb2017, 00:33	37.47
Ruoti-123- Mezzomiglio-1-23	2.29	40.4	10feb2017, 00:33	35.04
Ruoti4	0.12	1.4	10feb2017, 00:42	35.88
Junction-1	2.01	41.7	10feb2017, 00:33	35.09
<b>Sbocco Ruoti</b>	<b>2.01</b>	<b>41.7</b>	<b>10feb2017, 00:33</b>	35.09

Quindi con *HEC - HMS 4.1* si è trovato che:

$$T_r 500 \quad q_p = 41.7 \frac{m^3}{s}.$$

Invece con il software *Win TR - 55 "Small Watershed Hydrology"* del *USDA - NRSCS* e con le *LSPP 2012* della Regione Toscana, si è calcolato (in particolare) che la portata di picco effluente allo sbocco con  $T_r = 500$  anni vale:

$$q_p(Ruoti, T_r = 500 \text{anni}) = 41.5 \frac{m^3}{s}.$$

Il calcolo è svolto considerando la pioggia  $T_r = 500$  anni di durata  $D_i = 24hr$  con una distribuzione *Type III* e con l'idrogramma unitario adimensionale *DEL - MAR - VA* che ha un *PeakRateFactor PRF = 284*.

Come si vedere, i due risultati sono allineati e pertanto si ritiene di poter validare quanto verbalizzato nella relazione originaria.

**FEBBARIO 2017**

### 3 Curva afflussi deflussi del bacino FORESTA simulato hec-hms 4.1

#### 3.1 IL BACINO E I SUOI SOTTOBACINI

Il fosso Foresta si suddivide in 2 sottobacini a diversa permeabilità: quello di monte da 0.12 km<sup>2</sup> (che ha maggiore capacità di infiltrazione e CN=55), e quello di valle di 0.10 km<sup>2</sup> (che ha minor infiltrazione e CN=70).

Si ricordi che:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Completa infiltrazione della pioggia caduta} \Rightarrow CN = 0 \\ \text{Completo ruscellamento (runoff) della pioggia caduta} \Rightarrow CN = 100 \end{array} \right.$$

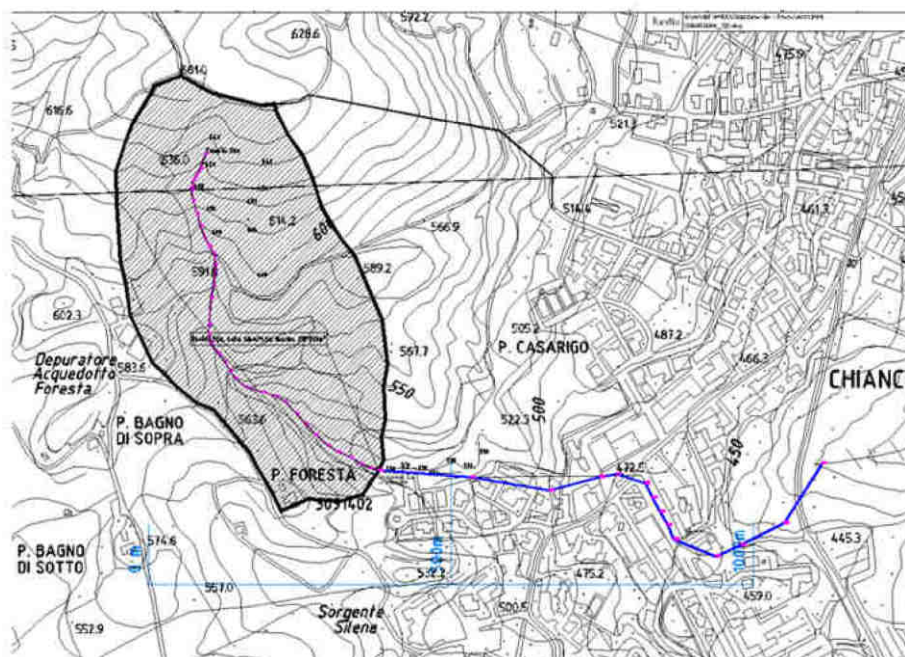


Figura 1 : Bacino Fosso Foresta di circa 0.22 km<sup>2</sup> con sezione di chiusura presso l'Hotel Posta.

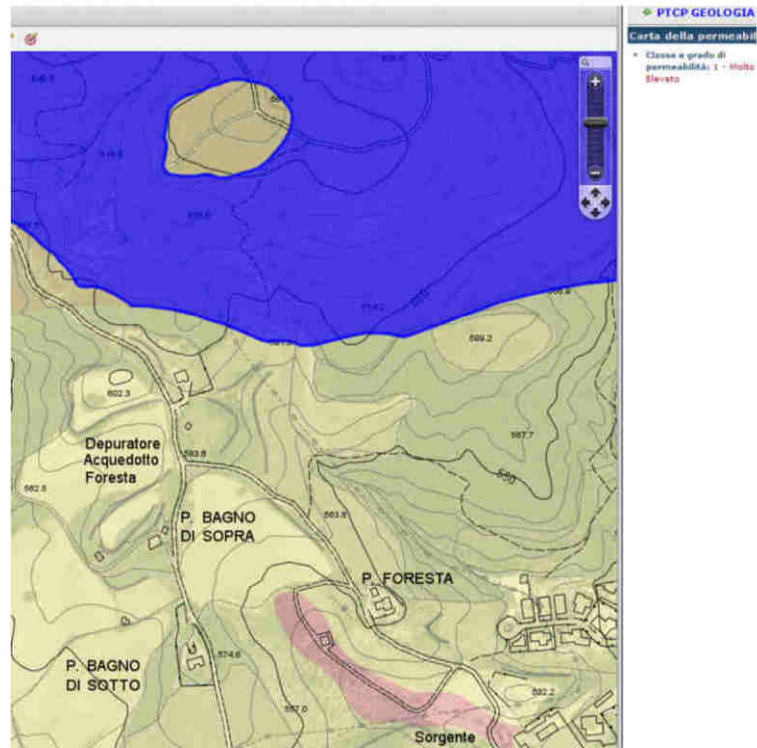


Figura 2 : Permeabilità di monte del Bacino Fosso Foresta (nota 1). Il bacino di monte ha permeabilità elevata,. Da tabelle di riferimento, si attribuisce CN=55

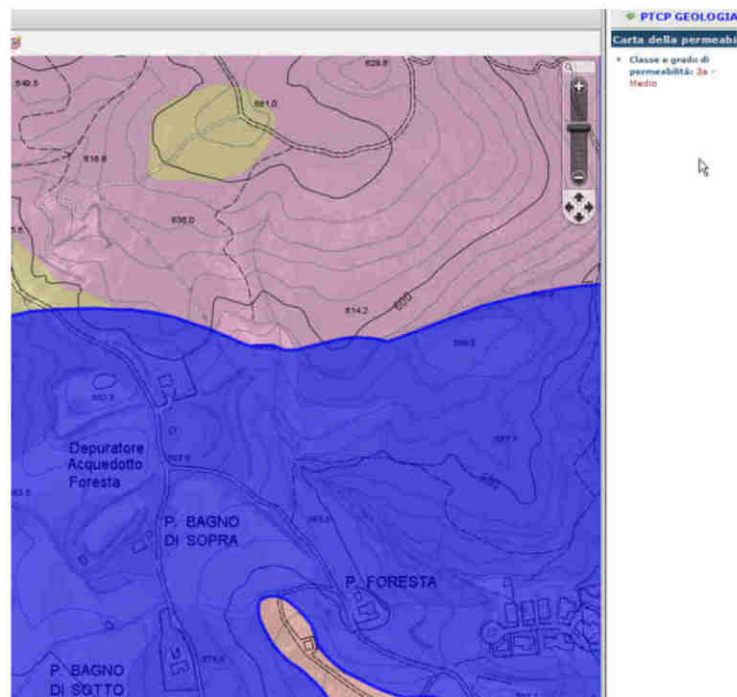


Figura 3 : Permeabilità di valle del Bacino Fosso Foresta (nota 2). Il bacino di valle ha permeabilità media. Da tabelle di riferimento, si attribuisce CN=70

<sup>1</sup>) Nota: Fonte: SIT SIENA [http://sit.sienaprovincia.consorzioterrecablate.it/geologia/index.php?viewer=ajax&mappa=qc\\_ig\\_08&sid=](http://sit.sienaprovincia.consorzioterrecablate.it/geologia/index.php?viewer=ajax&mappa=qc_ig_08&sid=)

<sup>2</sup>) Nota: Fonte: SIT SIENA [http://sit.sienaprovincia.consorzioterrecablate.it/geologia/index.php?viewer=ajax&mappa=qc\\_ig\\_08&sid=](http://sit.sienaprovincia.consorzioterrecablate.it/geologia/index.php?viewer=ajax&mappa=qc_ig_08&sid=)

Per entrambi si calcola un tempo di concentrazione  $T_c \cong 22 \text{ min } (0.377 \div 0.357 \text{ hr})$ .

Con il software *Win TR – 55" Small Watershed Hydrology"* del *USDA – NRSCS* e con le *LSPP 2012* della regione Toscana, si calcola (in particolare) la portata di picco effluente allo sbocco con  $T_R = 500 \text{ anni}$  e si trovano

$$q_p = 2.90 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Il calcolo è svolto considerando la pioggia  $T_R = 500 \text{ anni}$  di durata  $D_t = 24 \text{ hr}$  con una distribuzione *Type III* e con l'idrogramma unitario adimensionale *DEL – MAR – VA* che ha un *PeakRateFactor PRF = 284*.

Si vuol eseguire un *calcolo alternativo di validazione*.

Per questo si impiega un software di ampia diffusione come *HEC – HMS 4.1* (Hydrology Modelling System dell'Hydrologic Engineering Centre dello U.S. Army Corps of Engineers).

Con questo si può facilmente sviluppare il calcolo della curva di deflusso del bacino composito facendo riferimento al particolare evento di pioggia.

Si considera pertanto un evento  $T_R = 500 \text{ anni}$  di pioggia di durata di  $D_t = T_c = 22 \text{ min}$ .

Si impiegano idrogrammi unitari adimensionalizzati con *PeakRateFactor PRF = 600* che la letteratura reputa adeguati per bacini collinari.

#### Peaking Factor

The "peaking factor" essentially controls the volume of water on the rising and recession limbs. The default value is 484 as illustrated in the original derivation and Equation 6. This is, however, a user option in UHG when using the SCS method. Table 2 provides some guidance for the selection of this parameter.

**Table 2 - Hydrograph peaking factors and recession limb ratios (Wanielista, et al. 1997)**

General Description	Peaking Factor	Limb Ratio (Recession to Rising)
Urban areas; steep slopes	575	1.25
Typical SCS	484	1.67
Mixed urban/rural	400	2.25
Rural, rolling hills	300	3.33
Rural, slight slopes	200	5.5
Rural, very flat	100	12.0

Si costruisce lo ietogramma incrementale della pioggia uniformemente caduta su ciascuno dei due sottobacini.

h = a + D^n ; h mm, D in ore; TCEV CAPORALI 2012										
	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)	Tr (anni)
	2	5	10	20	30	50	100	150	200	500
a:	21.57	30.4	36.806	43.139	46.829	51.6	58.264	62.246	65.136	74.8400000
n:	0.20631	0.19972	0.20796	0.23154	0.24953	0.27148	0.29539	0.30658	0.31298	0.3268700
m:	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

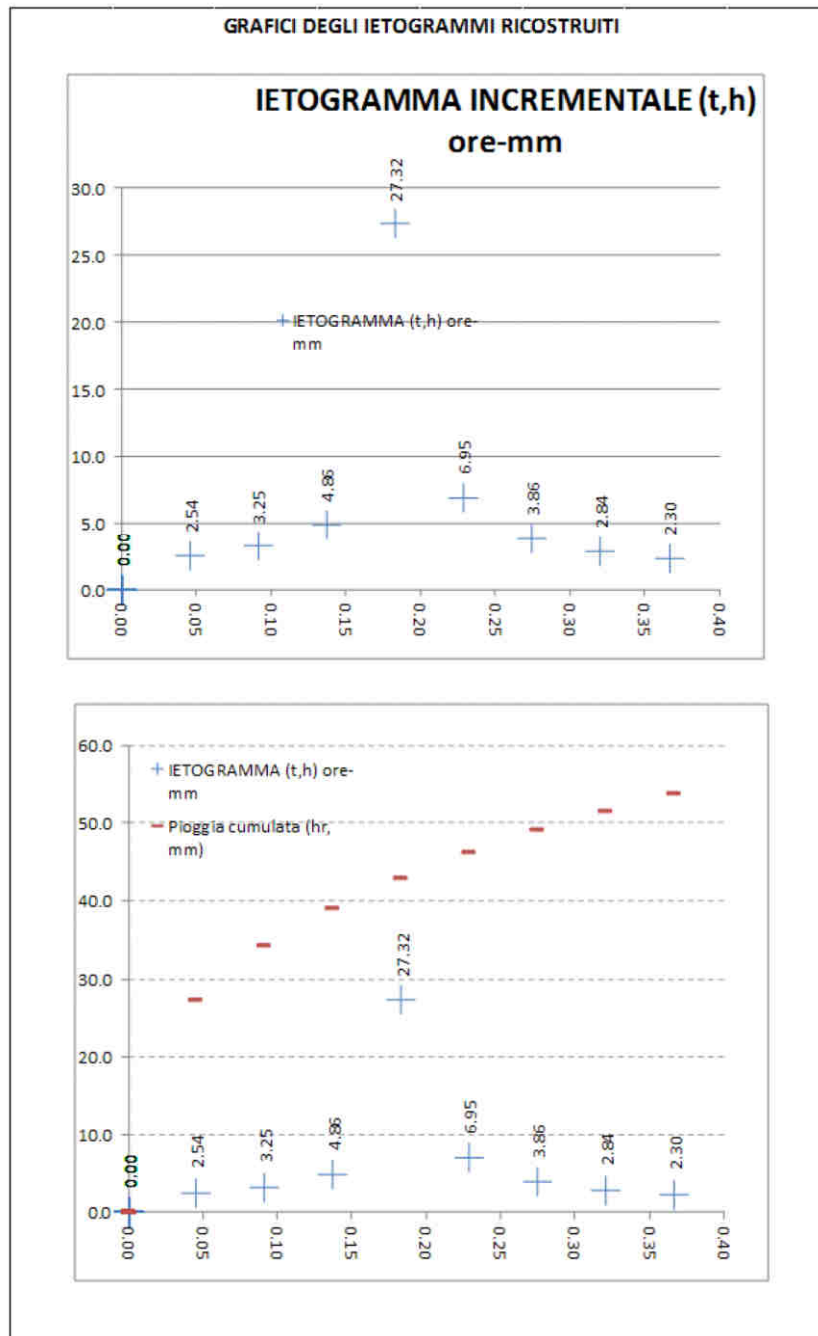
Valori tratti da <a href="http://www.sir.toscana.it/lsp-2012">http://www.sir.toscana.it/lsp-2012</a> (LSP secondo TCEV Enrica CAPORALI - Uni FI - 2012)	
Tr = 2 anni:	21.57 [mm] altezza di pioggia (a = 21.57000, n = 0.20631)
5	30.4 [mm] altezza di pioggia (a = 30.40000, n = 0.19972)
10	36.806 [mm] altezza di pioggia (a = 36.80900, n = 0.20796)
20	43.139 [mm] altezza di pioggia (a = 43.13900, n = 0.23154)
30	46.829 [mm] altezza di pioggia (a = 46.82900, n = 0.24953)
50	51.6 [mm] altezza di pioggia (a = 51.60000, n = 0.27148)
100	58.264 [mm] altezza di pioggia (a = 58.26400, n = 0.29539)
150	62.246 [mm] altezza di pioggia (a = 62.24600, n = 0.30658)
200	65.136 [mm] altezza di pioggia (a = 65.13600, n = 0.31298)
500	74.84 [mm] altezza di pioggia (a = 74.84000, n = 0.32687)

Questo il risultato tabellare

h(D; Tr) (mm) con la TCEV	Tr (anni)	D (min)	D		h(D; Tr) (mm)	Tr (in)	h(D; Tr)		t	h
			Durata (min)	Durata (hr)			Pioggia (mm)	Incremento (mm)		
TCEV CAPORALI 2012, T<1h: a: 74.84	500	0	0.000	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0000	0.000
TCEV CAPORALI 2012, T<1h: n: 0.32687	500	1	2.750	0.046	27.3	2	27.322	7	0.0458	2.536
TCEV CAPORALI 2012, T<1h: m: 0	500	2	5.500	0.092	34.3	4	34.5	5	0.0917	3.252
TCEV CAPORALI 2012, 1<= T<24h: a: 74.84	500	3	8.250	0.138	39.1	6	39.1	3	0.1375	4.857
TCEV CAPORALI 2012, 1<= T<24h: n: 0.32687	500	4	11.000	0.183	43.0	8	43.0	1	0.1833	6.488
TCEV CAPORALI 2012, 1<= T<24h: m: 0	500	5	13.750	0.229	46.2	10	46.2	2	0.2293	8.148
h(24h; 500anni) = 311.48	500	6	16.500	0.275	49.1	12	49.1	4	0.2750	9.858
	500	7	19.250	0.321	51.6	14	51.6	6	0.3208	11.608
	500	8	22.000	0.367	53.9	16	53.9	8	0.3667	13.398
Step (min)	2.93	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	18	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
Durata (min)	22	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	20	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
Num step	8	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	22	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
Re-Step (min)	2.750	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	24	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
h quasi zero (mm)	0.001	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	26	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
	500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	28	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
	500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	30	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
	500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	32	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
	500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	34	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
	500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	36	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
	500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	38	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
	500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	40	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
	500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	42	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
	500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	44	FALSO	FALSO	FALSO	0.001
	500	FALSO	FALSO	FALSO	FALSO	46	FALSO	FALSO	FALSO	0.001

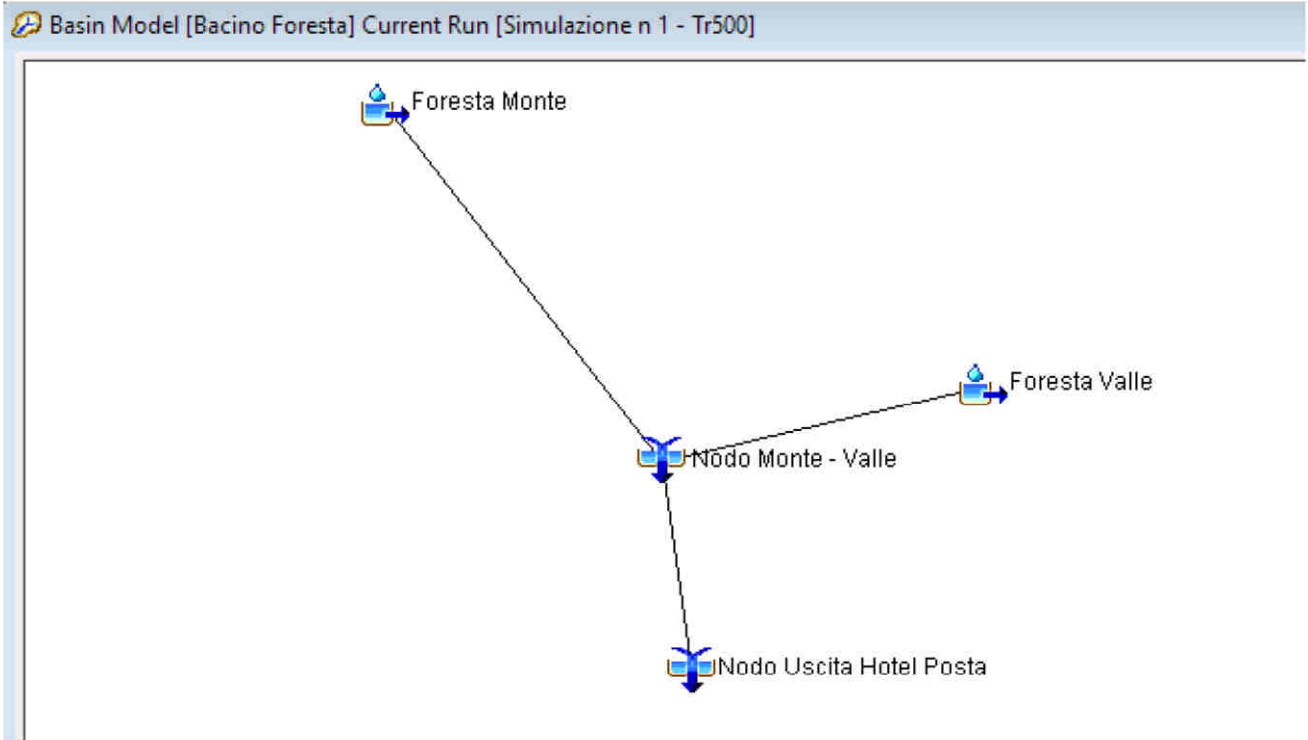


E questi i diagrammi: dello ietogramma incrementale e della pioggia cumulata.



A favore di sicurezza, imponiamo nella simulazione l'assenza di *Initial Abstraction* ( $I_a = 0$ ).

Schematizziamo il bacino come due sottobacini collegati da tratti fittizi di lunghezza nulla (l'estensione dei rami è già contenuta al loro interno e considerata nel calcolo dei tempi di corrivazione).



## 3.2 SOTTOBACINO FORESTA VALLE

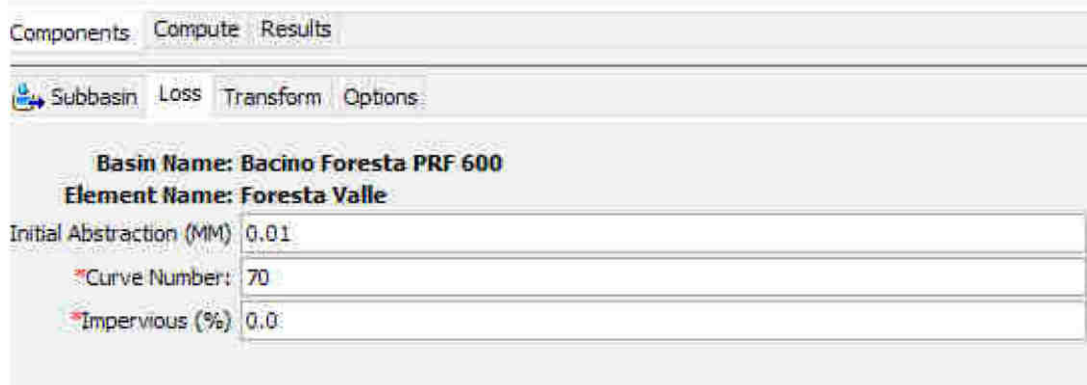
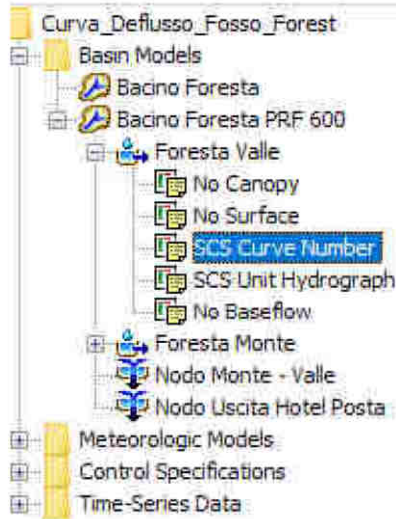
Ecco come si specificano i due sottobacini: quello di Valle

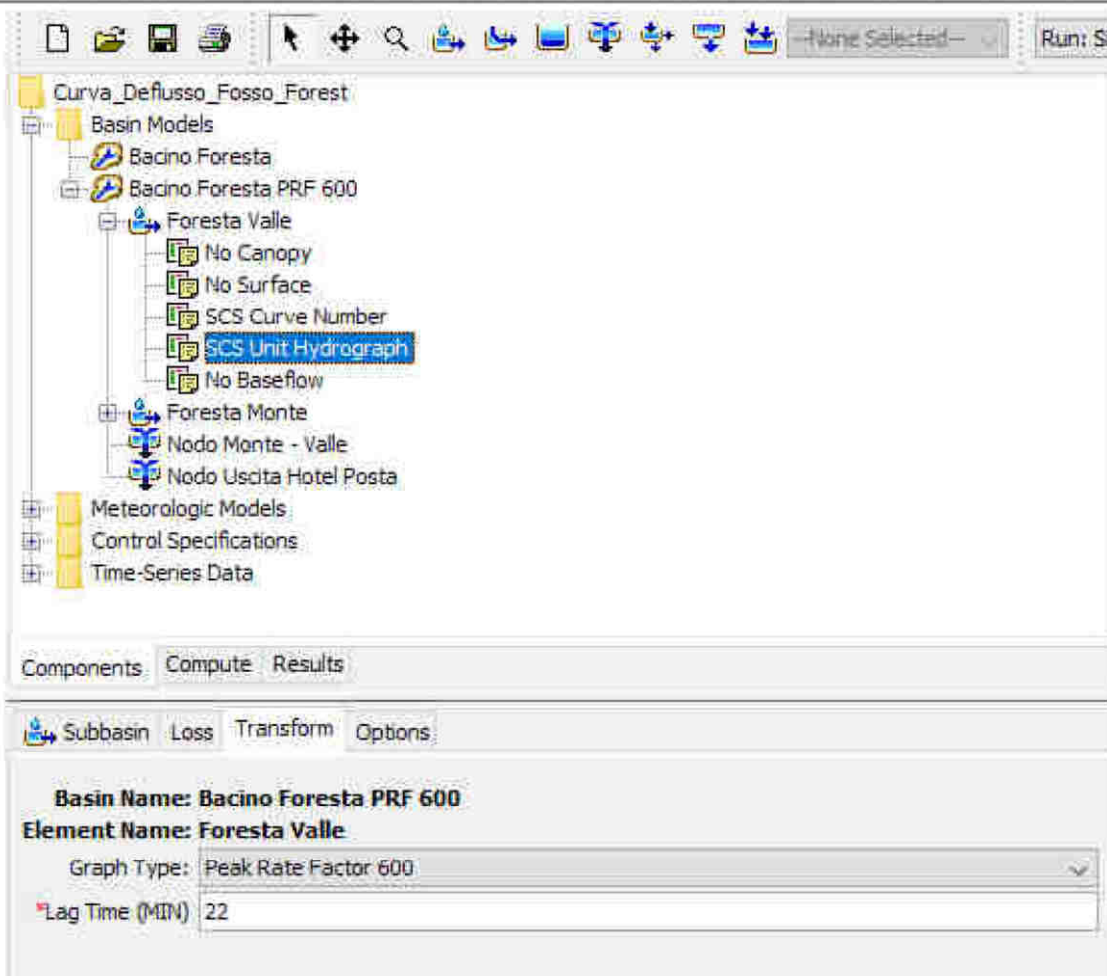
The screenshot displays the software interface for configuring a sub-basin. The tree view on the left shows the following structure:

- Curva\_Deflusso\_Fosso\_Forest
  - Basin Models
    - Bacino Foresta
    - Bacino Foresta PRF 600
      - Foresta Valle (Selected)
        - No Canopy
        - No Surface
        - SCS Curve Number (Selected)
        - SCS Unit Hydrograph
        - No Baseflow
      - Foresta Monte
        - Nodo Monte - Valle
        - Nodo Uscita Hotel Posta
  - Meteorologic Models
  - Control Specifications
  - Time-Series Data

The main panel shows the configuration for the selected element:

- Basin Name:** Bacino Foresta PRF 600
- Element Name:** Foresta Valle
- Description:** Si abbina con trasformazione afflussi deflussi = DUH con PRF 600
- Downstream:** Nodo Monte - Valle
- Area (KM2):** 0,12
- Latitude Degrees:**
- Latitude Minutes:**
- Latitude Seconds:**
- Longitude Degrees:**
- Longitude Minutes:**
- Longitude Seconds:**
- Canopy Method:** --None--
- Surface Method:** --None--
- Loss Method:** SCS Curve Number
- Transform Method:** SCS Unit Hydrograph
- Baseflow Method:** --None--





### 3.3 SOTTOBACINO FORESTA MONTE

Ecco come si specificano i due sottobacini: quello di Monte

The screenshot displays a software interface for configuring a sub-basin. The left pane shows a tree view of the project structure:

- Curva\_Deflusso\_Fosso\_Forest
  - Basin Models
    - Bacino Foresta
      - Bacino Foresta PRF 600
        - Foresta Valle
          - No Canopy
          - No Surface
          - SCS Curve Number
          - SCS Unit Hydrograph
          - No Baseflow
        - Foresta Monte** (highlighted)
          - No Canopy
          - No Surface
          - SCS Curve Number
          - SCS Unit Hydrograph
          - No Baseflow
        - Nodo Monte - Valle
        - Nodo Monte - Valle

The right pane shows the configuration for the selected sub-basin:

- Basin Name:** Bacino Foresta PRF 600
- Element Name:** Foresta Monte
- Description:** Bacino Foresta di Monte CN55 Alta perm 0,10 kmq Si abbina con trasformazione afflussi deflussi = DUH con PRF 600
- Downstream:** Nodo Monte - Valle
- Area (KM2):** 0,10
- Latitude Degrees:**
- Latitude Minutes:**
- Latitude Seconds:**
- Longitude Degrees:**
- Longitude Minutes:**
- Longitude Seconds:**
- Canopy Method:** --None--
- Surface Method:** --None--
- Loss Method:** SCS Curve Number
- Transform Method:** SCS Unit Hydrograph
- Baseflow Method:** --None--

Curva\_Deflusso\_Fosso\_Forest

- Basin Models
  - Bacino Foresta
  - Bacino Foresta PRF 600
    - Foresta Valle
      - No Canopy
      - No Surface
      - SCS Curve Number
      - SCS Unit Hydrograph
      - No Baseflow
    - Foresta Monte
      - No Canopy
      - No Surface
      - SCS Curve Number
      - SCS Unit Hydrograph
      - No Baseflow
    - Nodo Monte - Valle
    - Nodo Uscita Hotel Posta

Components: Compute Results

Subbasin Loss Transform Options

**Basin Name: Bacino Foresta PRF 600**  
**Element Name: Foresta Monte**

Initial Abstraction (MM) 0.01

\*Curve Number: 55

\*Impervious (%) 0.0

Curva\_Deflusso\_Fosso\_Forest

- Basin Models
  - Bacino Foresta
  - Bacino Foresta PRF 600
    - Foresta Valle
      - No Canopy
      - No Surface
      - SCS Curve Number
      - SCS Unit Hydrograph
      - No Baseflow
    - Foresta Monte
      - No Canopy
      - No Surface
      - SCS Curve Number
      - SCS Unit Hydrograph
      - No Baseflow
    - Nodo Monte - Valle
    - Nodo Uscita Hotel Posta

Components: Compute Results

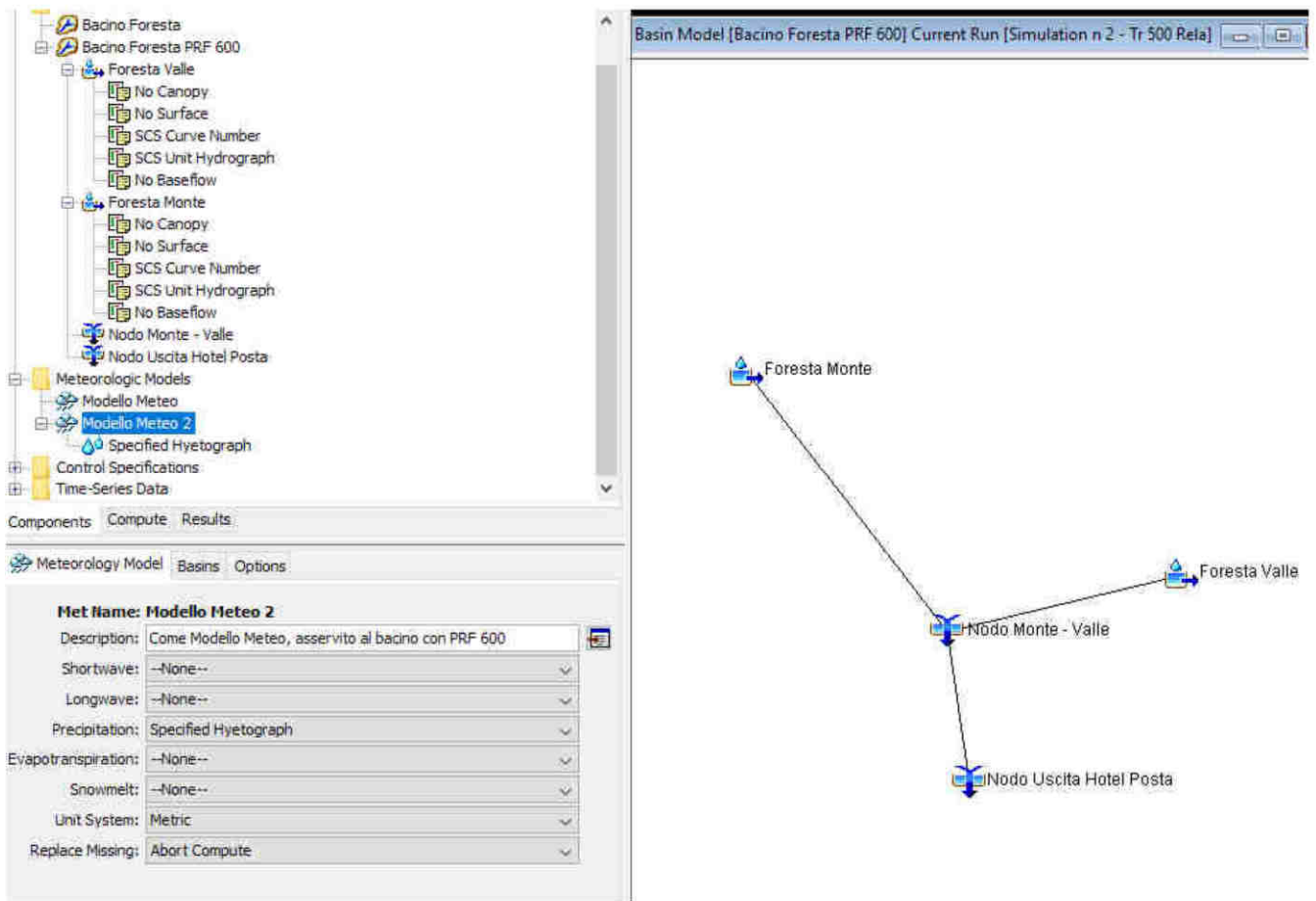
Subbasin Loss Transform Options

**Basin Name: Bacino Foresta PRF 600**  
**Element Name: Foresta Monte**

Graph Type: Peak Rate Factor 600

\*Lag Time (MIN) 22

Stabiliamo un modello meteorologico di riferimento: specifico dell'utente (si prende uno ietogramma personalizzato: quello dell'evento individuato precedentemente):





### 3.4 HEC-HMS: CONTROL SPECIFICATIONS: DEFINIZIONE DELLA FINESTRA TEMPORALE IN CUI SI VUOLE LA RISPOSTA IN TERMINI DI PORTATA EFFLUENTE DAL BACINO, E DEL PASSO TEMPORALE DELLA RISPOSTA.

Osserviamo la piena delle 24 ore del 31 gennaio 2017:

The screenshot displays the HEC-HMS software interface. On the left, a tree view shows the project structure, including Basin Models (Bacino Foresta PRF 600), Meteorologic Models, and Control Specifications. The 'Control Specifications' section is expanded to show 'Control 2', which is selected. Below the tree, the 'Control Specifications' panel shows the following details:

- Name:** Control 2
- Description:** Dati temporali dell'onda di piena elaborati con lo stesso pa...
- \*Start Date (ddMMYYYY):** 31gen2017
- \*Start Time (H:M):** 00:00
- \*End Date (ddMMYYYY):** 01feb2017
- \*End Time (H:M):** 00:00
- Time Interval:** 3 Minutes

On the right, the 'Basin Model [Bacino Foresta PRF 600] Current Run [Simulation n. 2 - Tr 500 Rela]' window shows a network diagram with nodes: Foresta Monte, Foresta Valle, Nodo Monte - Valle, and Nodo Uscita Hotel Posta. A 'Control Specifications Description [Control 2]' window is also open, showing the description: 'Dati temporali dell'onda di piena elaborati con lo stesso passo temporale dello istogramma. Si considera l'evoluzione di 24 ore di tutto il 31 gennaio 2017'.

### 3.5 HEC-HMS: DATI PLUVIOMETRICI (IETOGRAMMI)

Per i due sottobacini introduciamo gli ietogrammi incrementali con passo di 3minuti: sottobacino di monte

The image shows two screenshots from the HEC-HMS software. The left screenshot displays the 'Basin Models' tree structure. Under 'Basin Foresta', there are two sub-basins: 'Foresta Valle' and 'Foresta Monte'. Each sub-basin has several parameters set to 'No Canopy', 'No Surface', 'SCS Curve Number', 'SCS Unit Hydrograph', and 'No Baseflow'. A 'Nodo Monte - Valle' node is also visible. The 'Time-Series Data' section shows 'Precipitation Gages' with 'IETO MONTE' and 'IETO VALLE' selected, both with a time range of '31gen2017, 00:00 - 01feb2017, 00:00'. The right screenshot shows a 'Time-Series Gage Description' window for 'IETO MONTE'. The description text reads: 'Ietogramma incrementale Tr 500 ricavato dalla TCEV con LSPP Regiotosca 2012 (By E. CAPORALI) e costruito con istruzioni di Annarita Scorzini Univ. AQ.'

Per i due sottobacini introduciamo gli ietogrammi incrementali con passo di 3minuti: sottobacino di valle:

The screenshot displays the software interface for hydrological modeling. On the left, a project tree shows the following structure:

- Curva\_Deflusso\_Fosso\_Forest
  - Basin Models
    - Bacino Foresta
      - Bacino Foresta PRF 600
        - Foresta Valle
          - No Canopy
          - No Surface
          - SCS Curve Number
          - SCS Unit Hydrograph
          - No Baseflow
        - Foresta Monte
          - No Canopy
          - No Surface
          - SCS Curve Number
          - SCS Unit Hydrograph
          - No Baseflow
        - Nodo Monte - Valle
        - Nodo Uscita Hotel Posta
- Meteorologic Models
  - Modello Meteo
  - Modello Meteo 2
  - Specified Hyetograph
- Control Specifications
  - Control 1
  - Control 2
- Time-Series Data
  - Precipitation Gages
    - IETO MONTE
      - 31gen2017, 00:00 - 01feb2017, 00:00
    - IETO VALLE
      - 31gen2017, 00:00 - 01feb2017, 00:00

At the bottom left, the 'Components' panel shows the configuration for the 'IETO VALLE' gage:

- Gage Name: IETO VALLE
- Description:
- Data Source: Manual Entry
- Units: Incremental Millimeters
- Time Interval: 3 Minutes
- Latitude Degrees:
- Latitude Minutes:
- Latitude Seconds:
- Longitude Degrees:
- Longitude Minutes:

On the right, the 'Basin Model [Bacino Foresta PRF 600] Current Run [Simulation n 2 - Tr 500 Rela]' window shows a network diagram with nodes: 'Foresta Monte', 'Foresta Valle', 'Nodo Monte - Valle', and 'Nodo Uscita Hotel Posta'.

**Basin Model [Bacino Foresta PRF 600] Current Run [Simulation n 2 - Tr 500 Rela]**

NOTE 10008: Begin opening project "Curva\_Deflusso\_Fosso\_Forest" in directory "C:\Users\esopo\Do  
 NOTE 10019: Finished opening project "Curva\_Deflusso\_Fosso\_Forest" in directory "C:\Users\esopo\  
 NOTE 10181: Opened control specifications "Control 2" at time 07feb2017, 09:56:20.  
 NOTE 15301: Began computing simulation run "Simulation n 2 - Tr 500 Rela" at time 07feb2017, 09:56  
 NOTE 20364: Found no parameter problems in meteorologic model "Modello Meteo 2".  
 NOTE 40049: Found no parameter problems in basin model "Bacino Foresta PRF 600".  
 WARNING 41743: Initial abstraction ratio for subbasin "Foresta Valle" is 0,0001.  
 WARNING 41743: Initial abstraction ratio for subbasin "Foresta Monte" is 0.  
 NOTE 15302: Finished computing simulation run "Simulation n 2 - Tr 500 Rela" at time 07feb2017, 09:!

Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
31gen2017, 00:00	
31gen2017, 00:03	2.536
31gen2017, 00:06	3.252
31gen2017, 00:09	4.857
31gen2017, 00:12	27.322
31gen2017, 00:15	6.948
31gen2017, 00:18	3.858
31gen2017, 00:21	2.839
31gen2017, 00:24	2.303
31gen2017, 00:27	0.001
31gen2017, 00:30	0.001
31gen2017, 00:33	0.001
31gen2017, 00:36	0.001
31gen2017, 00:39	0.001
31gen2017, 00:42	0.001
31gen2017, 00:45	0.001
31gen2017, 00:48	0.001
31gen2017, 00:51	0.001
31gen2017, 00:54	0.001
31gen2017, 00:57	0.001
31gen2017, 01:00	0.001
31gen2017, 01:03	0.001
31gen2017, 01:06	0.001
31gen2017, 01:09	0.001
31gen2017, 01:12	0.001
31gen2017, 01:15	0.001
31gen2017, 01:18	0.001
31gen2017, 01:21	0.001
31gen2017, 01:24	0.001
31gen2017, 01:27	0.001
31gen2017, 01:30	0.001
31gen2017, 01:33	0.001
31gen2017, 01:36	0.001
31gen2017, 01:39	0.001
31gen2017, 01:42	0.001
31gen2017, 01:45	0.001
31gen2017, 01:48	0.001



### 3.6 HEC-HMS: RISULTATO DELLA SIMULAZIONE

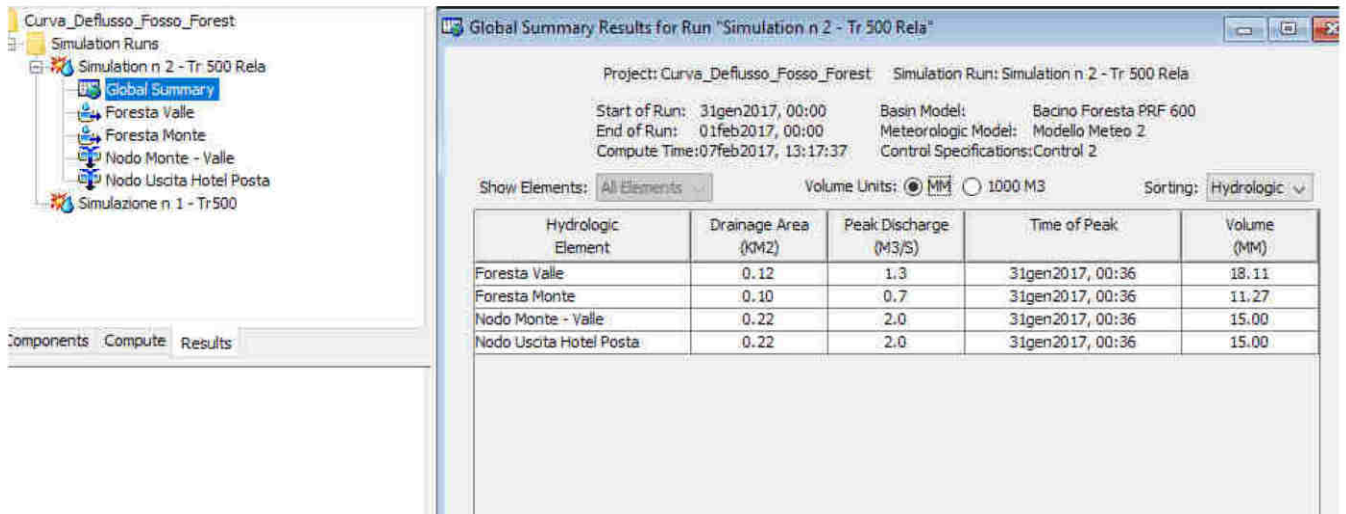
Procediamo quindi con la simulazione di calcolo:

The image displays two screenshots of the HEC-HMS software interface. The top screenshot shows the 'Basin Model (Bacino Foresta PRF 600) Current Run (Simulation n 2 - Tr 500 Rela)' window. It features a network diagram with nodes labeled 'Foresta Monte', 'Foresta Vailo', 'HSSO Monte - Vailo', and 'Nodu Uscita Hotel Posta'. The bottom screenshot shows the 'Simulation Runs' tree and the 'Simulation Run' details for 'Simulation n 2 - Tr 500 Rela'. The details include:

- Name:** Simulation n 2 - Tr 500 Rela
- Description:** Bacini: Bacino Foresta PRF 600 & Met: Modello Meteo 2 & Control: Control 2
- DSS File:** C:\Users\esopo\Documents\@WORK 2016.1\IDROPERICOLO CHIANCIANO\HEC-HMS-FORESTA\Curva\_Deflusso\_Fosso\_Foresta\_con\_Tr500\_\_OK\Simulazione\_n\_2\_\_Tr500.d
- Basin Model:** Bacino Foresta PRF 600
- Meteorologic Model:** Modello Meteo 2
- Control Specifications:** Control 2

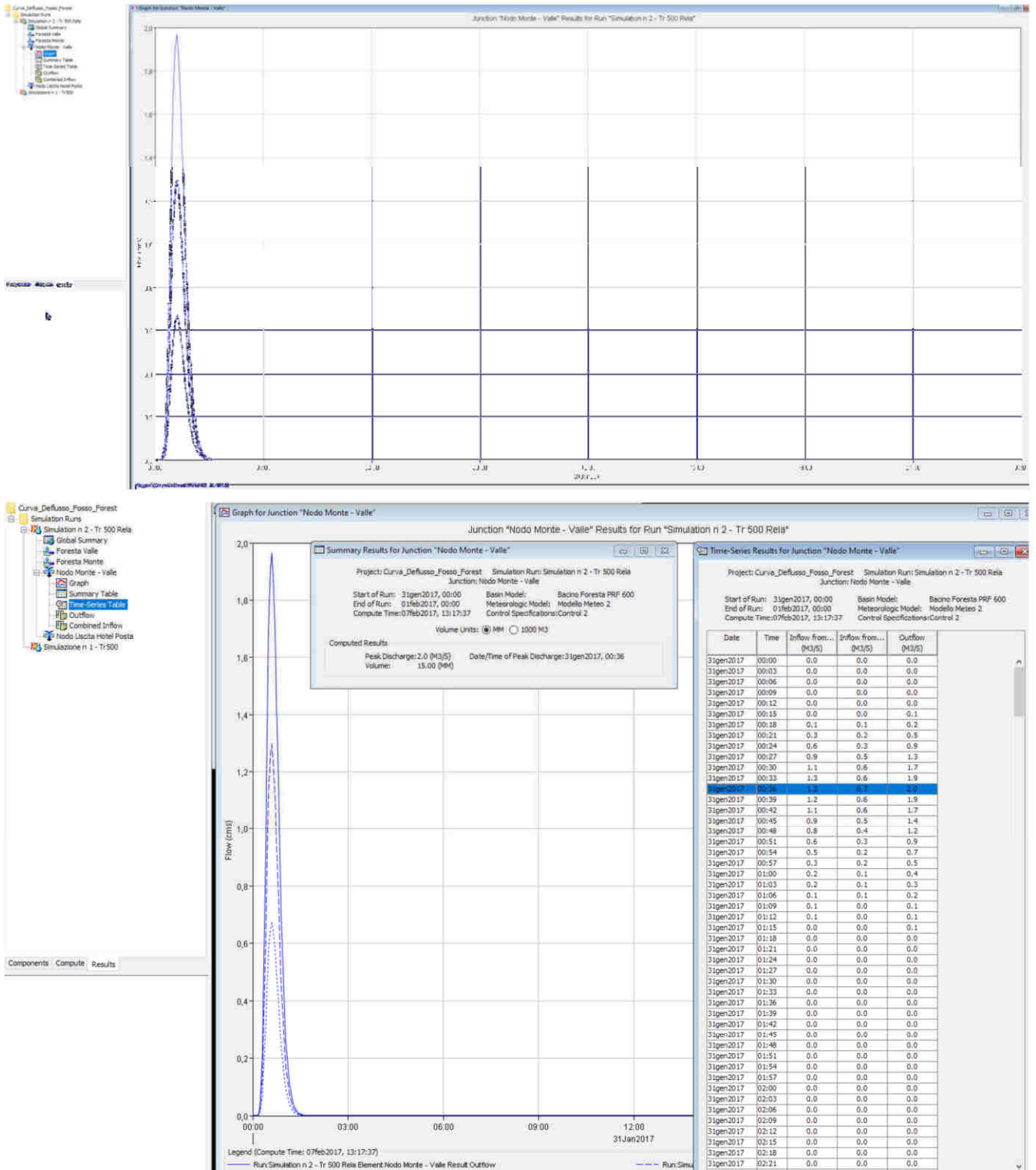
Ecco quindi il risultato fondamentale: la portata di picco è di ...

$$q_p = 2.0 \frac{m^3}{s}$$



...

E' l'evoluzione della portata fluente nelle 24 ore del 31 gennaio è:







### 3.6.1 IN CONCLUSIONE:

Il calcolo alternativo dimostra che il risultato ottenuto con *Win TR - 55* ...  $(T_r 500 \quad q_p = 2.9 \text{ m}^3/\text{s})$  sovrastima il calcolo particolare di *HEC - HMS 4.1*  $(T_r 500 \quad q_p = 2.0 \text{ m}^3/\text{s})$ .

**FEBBARIO 2017**

#### 4 APPENDICE: RICHIAMI SULLA TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI E L'IDROGRAMMA UNITARIO ADIMENSIONALE DEL SOIL CONSERVATION SERVICE.

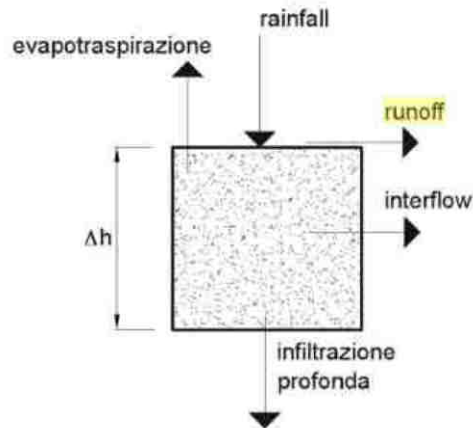


Figura 4 : Rainfall e Runoff : pioggia (afflusso) e deflusso superficiale.

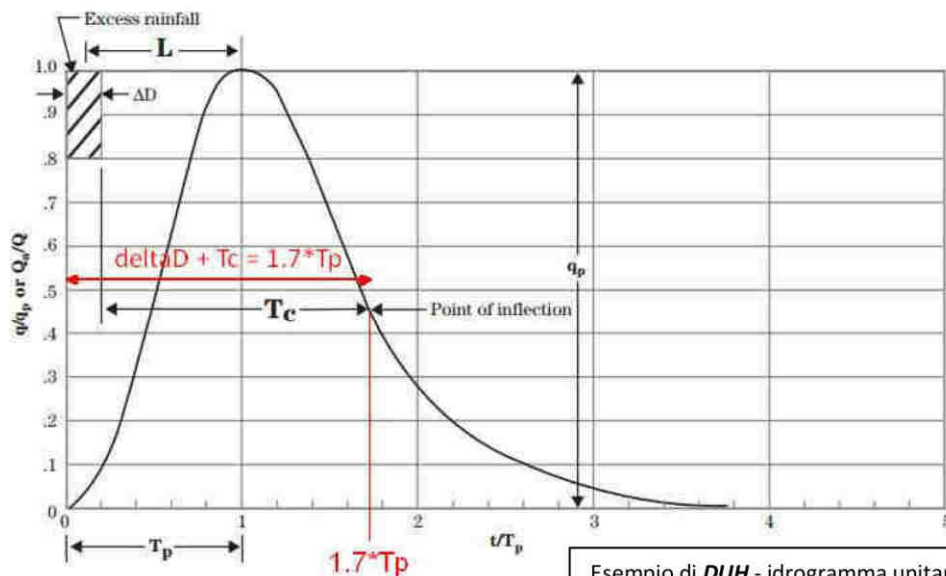
Chapter 15

Time of Concentration

Part 630

National Engineering Handbook

Figure 15-3 The relation of time of concentration ( $T_c$ ) and lag ( $L$ ) to the dimensionless unit hydrograph



where:

- $L$  = Lag, h
- $T_c$  = time of concentration, h
- $T_p$  = time to peak, h
- $\Delta D$  = duration of excess rainfall, h
- $t/T_p$  = dimensionless ratio of any time to time to peak
- $q$  = discharge rate at time  $t$ ,  $\text{ft}^3/\text{s}$
- $q_p$  = peak discharge rate at time  $T_p$ ,  $\text{ft}^3/\text{s}$
- $Q_a$  = runoff volume up to  $t$ , in
- $Q$  = total runoff volume, in

Esempio di **DUH** - idrogramma unitario (adimensionalizzato) - **del SCS**.

Una pioggia unitaria (\*), inizia a cadere al tempo  $t=0$  proseguendo con intensità costante per tutta la durata  $D$  (o  $\Delta D$ ) e con distribuzione uniforme sul bacino. Si diagramma la portata effluente allo sbocco del bacino sotteso.

(\* ) 1 inch o 1mm. La pioggia a cui ci si riferisce è l' "excess rainfall" (pioggia efficace), quindi non quella caduta ma la frazione ruscellante genera il runoff (deflusso superficiale).

Figura 5 : **DUH (idrogramma unitario adimensionalizzato)** Risposta in portata defluente, di un bacino sul quale al tempo 0 cada per una piccola durata una pioggia netta (cioè che divenga tutta runoff) unitaria costante sulla piccola durata e uniforme su tutto il bacino.

[DUH] Il *DUH* (dimensionless unit hydrograph), come ogni idrogramma di piena, restituisce (diagramma) la portata defluente adimensionalizzata  $\frac{q}{q_p}$  rispetto al tempo adimensionalizzato  $\frac{t}{T_p}$ .

$[q_p]$  è la portata di picco allo sbocco.

$[T_p]$  è il tempo trascorso dall'inizio dell'idrogramma al momento in cui la portata effluente è quella di picco  $q_p$ .

$[q]$  è la portata al tempo  $t$ .

$[Q]$  è il volume defluito al tempo  $t$ . Nel *DUH* tipico dell'*SCS*, il volume defluito al tempo  $t = T_p$ , è 3/8 (0.375%) del volume totale. Quindi 5/8 del volume defluito totale, fuoriesce durante il periodo di riduzione della portata fluente  $[q]$ . In questo caso si dice che il Peak Rate Factor (PRF) è 484 e ciò perché si dimostra che vale la l'equazione de Peak Rate:

$$q_p = 484 \cdot \frac{Q}{T_p} \cdot A$$

Equazione del peak rate per il *DUH* standard del *SCS*

Dove:

484 : Peak Rate Factor *PRF*

$A$  : superficie del bacino in *miglia*<sup>2</sup>

$T_p$  : Tempo di picco in *ore*

$Q$  : Runoff (altezza di pioggia totale che ha formato il deflusso superficiale) in *pollici*

$Q \cdot A$  : Volume totale defluito allo sbocco in *pollici* · *miglia*<sup>2</sup>

Il tempo di crescita  $[T_r]$  della curva di deflusso è  $T_r = 0.5 \cdot D + L$  in cui  $[L]$  e  $D$  [a volte  $\Delta D$ ] è la durata della pioggia unitaria efficace.

Il tempo di concentrazione  $[T_c]$  è definito come il tempo impiegato dal deflusso superficiale (*runoff*) per andare dal punto più lontano del bacino al punto di sbocco. Definizioni alternative individuano  $[T_c]$  come il tempo dalla fine della pioggia efficace al punto di flesso del ramo discendente della curva di deflusso della portata.

Con questa seconda definizione di  $[T_c]$  si deve scrivere  $T_c + D = 1.7 \cdot T_p$  perché il *DUH* del *SCS* è costruito per avere il flesso al tempo  $f_{flesso} = 1.7 \cdot T_p$  e si può calcolare che la durata della pioggia unitaria e il tempo di concentrazione sono legati da  $D = 0.133 \cdot T_c$ .

Tuttavia il *DUH* standard dell'*NRSCS* è costruito con  $D = 0.100 \cdot T_p$ .

#### 4.1.1 OPERATIVAMENTE

Per il SCS (1972) il  $T_{Lag}$  (oppure  $L$ ) è legato al tempo di concentrazione  $[T_c]$  da  $L = 0.6 \cdot T_c$

Volendo particolarizzare il  $DUH$  del SCS per un determinato bacino (risposta di un preciso bacino alla pioggia impulsiva unitaria efficace di piccola durata  $D$  che cada al tempo 0) si procederà così:

Si trova il tempo di concentrazione  $[T_c]$  del bacino.

Si determina la durata  $[D]$  della pioggia unitaria efficace:  $D = 0.133 \cdot T_c$

Si determina il  $T_{Lag}$  (oppure  $L$ ) come  $L = 0.6 \cdot T_c$

Si trova il tempo  $T_p$  della portata al colmo attraverso  $T_p = 0.5 \cdot D + L = 0.5 \cdot 0.133 \cdot T_c + 0.6 \cdot L$

Questo per una *pioggia efficace unitaria uniforme di (piccola) durata  $D$* . Ma l'evento piovoso però non produce una pioggia efficace né unitaria né di *piccola durata  $D$* . In questo caso si potrà rappresentare l'evento piovoso efficace con uno *ietogramma a gradini con passi (piccoli) di durata  $\Delta D$*  fino a coprire tutta la durata  $D$  dell'evento; e poi manipolare il  $DUH$  di bacino secondo le regole di linearità e trasposizione fino a procedere con l'integrale di convoluzione per tabulare e diagrammare l'idrogramma di piena di quel bacino e di quell'evento di pioggia.

Vari software, anche a distribuzione gratuita, sono proposti allo scopo (specie la composizione dei bacini, la trasformazione della pioggia in pioggia efficace ed il passaggio da  $DUH$  a idrogramma risultante di un bacino sotto evento di pioggia). Fra questi *Win TR55* dello *USDA - NRCS* ed *HEC - HMS* dell'*USACE*.